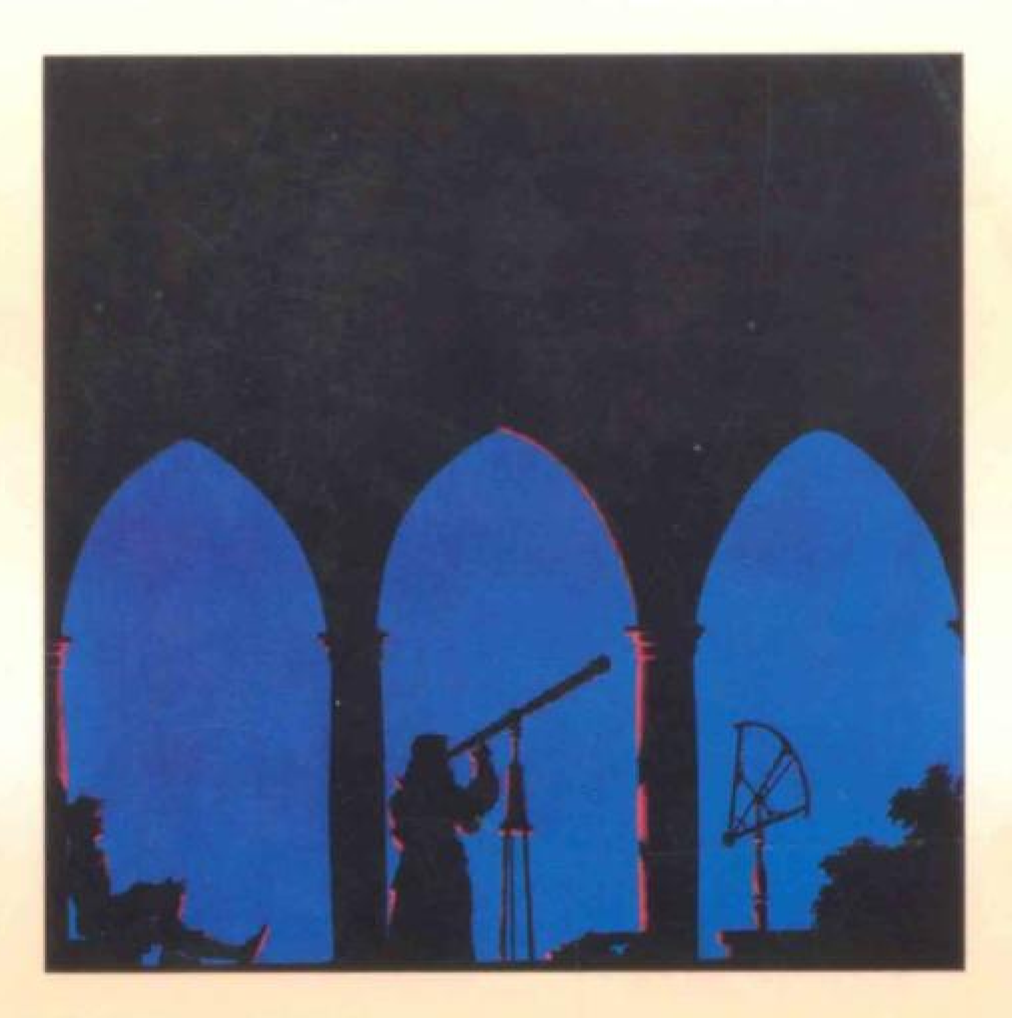
مجموعة من المفكرين

الزمان والمكان اليوم



ترجمة

محمد وائل بشير الأتاسي

مجموعة من المفكرين

جيزو ألوغريا، هرفيه بارّو، ستيلا بارّوك، باتريك بوشارين، دانييل شارل، جيوفاني تشيكوتي، هربرت داميش، ميشيل أمبرت، أندريه إثيانو، جان- مارك ليفي-ليبلون، فرانسوا مينيار، جان-كلود ميلنر، جوزيه مورابيس، سيرج موسكوفيشي، جاك نينيو، رولاند أومنيس، جاك روجيه، جان روسمُوردوك، جان تيريان.
المحاور: إميل نويل

الزمان و المكان اليوم

ترجمة
محمد وائل بشير الأتاسي

مدخل*

«إني راحل لأيام... إني ذاهب إلى... كم نحتاج من الزمن لكي تصل إلى... آه، إنها على مسيرة يومين... مسافة دقيقة وأكون طوع بنانك...» هذه العبارات الشائعة، لم تنتظر تعريف السنة الضوئية لكي يُقدَّر المكان بالزمان وبالعكس.

إلا أننا نُدهش مع ذلك عندما نعلم أن علم القياس الحديث، يسعى إلى استخدام وحدة واحدة لقياس المكان والزمان.

ترى، أيحق لنا أن نرى في ذلك دلالة على أن هذه الاستعارات ليست من اختراعنا، بل هي تفرض نفسها لدرجة أنها تجري على ألسنتنا بصورة لا شعورية؟ يتراءى لي على كل حال أن تمتع الزمان والمكان بتنظيم وبنية، أمر مفروغ منه ولا يحتاج إلى دليل بالنسبة للرجل الغربي. فالمكان بأبعاده الثلاثة، مفروض علينا بوصفه شيئاً ماثلاً، متأصلاً في طبيعة العالم، وبوصفه بنية تبدو فيها أوضاع الأشياء والكائنات بعضها بالنسبة إلى بعض، وكذلك السلوك الحيواني والمنجزات البشرية بدورها، أموراً مفروضة بوصفها تنظيمات. وهكذا فإن كل كائن حي يتدبر لنفسه حيزه الخاص بما فيه من مناطق لأمنه، ومناطق الخطر عليه، ومناطق ارتباطه، ومناطق استقلاليته. فيؤلف بذلك حيزاً اجتماعياً يتوسطه الكائن، وينتظم بدوره حول محورين: سائد /مسود، مباح/ محرم. أما الحيوان الإنساني من جهته، فلا يتشكل إنساناً حقاً إلا في حالة شعوره المكاني بهيكله الجسدي الخاص.

---

* جميع الهوامش الواردة في أسفل الصفحات هي من المترجم إلاَّ ما ذكر أمامها أنها للمؤلف.

أما الزمان فهو يجتازنا. ولكن إدراكنا له لايتم إلا في فترة تنظيم تتعين فيها تفاصيل هذا التنظيم وتتضح حول العلاقة متواقت/ متتابع. هل الإنسان هو الذي ينظم الزمن، أم أن الزمن هو الذي ينظم الإنسان؟ إن الإنسان يبني أفقه الزمني مبتدئاً بـ «آن» **متحرك** على الدوام، وتفصل (في كل آن) بين «ماضي» سيره وذكرياته وبين «مستقبل» مشاريعه. وهذا الجريان (أو حركة الـ «الآن»)، أو على الأقل الشعور بهذا الجريان، الذي هو إلزامي وبنية في آن واحد، مقوِّم أساسي للإنسان «السوي». فعلم النفس المرضي يعلمنا كيف يؤدي كل اختلال نفسي إلى تشويش في المكان والزمان المعاشين على السواء.

ذلك بالفعل لأن هذين المفهومين يعاشان غالباً مرتبطين، هذا إن لم نقل إنهما مرتبطان على الدوام. إن الجدلية متزامن/ متعاقب لا تكتفي **بوضع** بعدين جوهريين للزمنية في موقف التعارض بل تدخل ثنوية لا تنفصم هي الثنوية مكان/ زمان. إذ كيف يكون هناك تزامنية من غير مكان؟ خذ البنيوية، إنها تزامن زمنياً وتمكنن (من مكان)، دراسة اللغات، ثم دراسة الثقافات... وحتى بعض التواريخ . ولكن كيف نتجنب في الوقت نفسه مع هذه الدراسة، دراسة التعاقبية؟

إن التفاعل مكان/ زمان لا يُطرح في الفيزياء وحدها، بل إن علم النفس السريري أعطى أيضاً هذا التفاعل حقه من التقدير، فقد اعتمد التحليل النفسي على تاريخية المريض و «فضائه العقلي»، واعتمد علم النفس الاجتماعي المورينى على الـ «هنا والآن» في فضاء الجماعة، وحتى ذلك المكان- الزمان «العبوري» الذي اقترحه بوجه خاص وينيكوت[1] قام بذلك، إذ تمكن من المصالحة بين الحقيقي والتخيلي.

إن هذا الالتقاء الثنائي البعدين في خصوصية ديناميك الفرد وديناميك جماعة من الأفراد، هو موضوع دراسات في العلوم الإنسانية. وهذا الالتقاء نفسه يهم الفيزياء من وجهة نظر عامة. ولكن ما الذي دفع الإنسان إلى طرح هذا السؤال؟ إنه على الأرجح دافع ضبابي وغامض إلى حدٍ ما، دافع ذو طبيعة ميتافيزيكية.

أليس العيش هو أن يخط المرء دربه الخاصة في أقاليم المكان والزمان التي تمتد بلا نهاية ولا حدود؟ فكيف نجد في لا نهائيات كونية، «غاياتها» ألغاز بالنسبة

---

(١) Winnicott

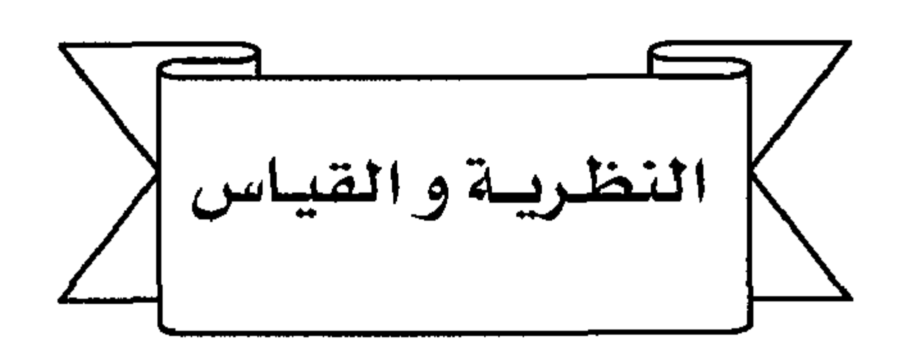
إلينا، موضعاً لهذه «القطعة» الصغيرة جداً من المكان- الزمان الفردي؟ فالإنسان نفسه الذي يخترقه وقع ذلك السهم الزماني، في مقابل أبعاد المكان الثلاثة، يتساءل عن تداخلات هذين المعنيين (المكان والزمان) المتعايشين مع حياته الخاصة. إن ما نعيشه من هذه الثنوية، بوعي أو بغير وعي، هو شيء من الأشياء الدائمة المستمرة الملازمة لأيامنا، ولكن هل هو كوني عام؟

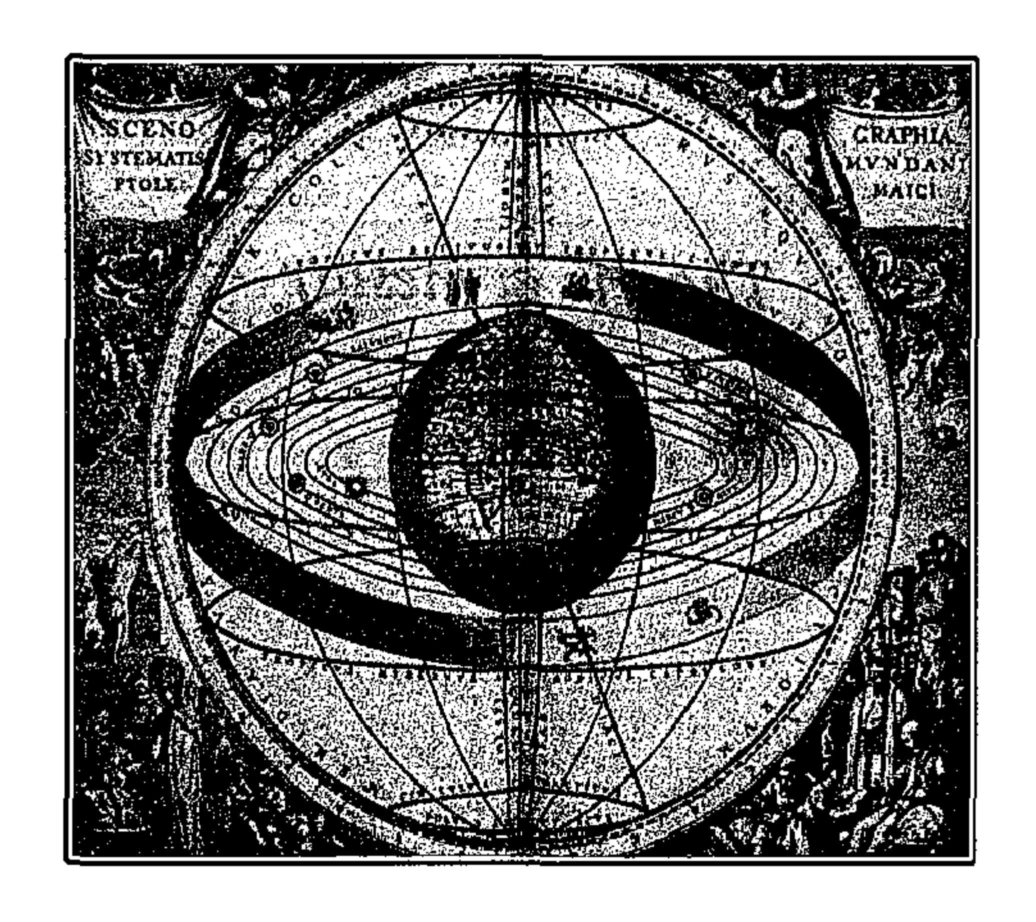
قلت فيما سبق، إن تمتع المكان والزمان بتنظيم وبنية، أمر- كما يبدو لي- مفروغ منه بالنسبة إلى الرجل الغربي. ولكن ليس مفروغاً منه دائماً: لأن دراسة تطور هذين المفهومين تشهد على ذلك. بل إنه ما يزال أينما كان غير مفروغ منه. وهذا ما تدل عليه دراسة الثقافات المختلفة. ففي **المكان** كما في **الزمان** لم نعش، ولا نعيش دائماً، بالطريقة ذاتها، إن هذين المفهومين ليسا أمرين عامين حصراً، أو شائعين على نمط واحد. وحتى الإنسان الغربي المعاصر لا يأتي إلى العالم وهذان المفهومان مكونان لديه بل ثمة نمو تكويني لإدراك المكان والزمان.

نخلص مما سبق إذاً إلى أن العلم الغربي هو الذي أنجز مفهومي المكان والزمان كما نفهمهما في أيامنا هذه. ولكي نكوّن فكرة جيدة عما هما المكان والزمان في يومنا هذا، أو في ثقافتنا، لا بد من أن نتتبع تاريخ هذين المفهومين، وكذلك تطور إدراكهما، خلال النمو الإنساني.

إن هذه السلسلة المكونة من عشرين حديثاً، تتألف من قسمين: قسم يعالج هذين المفهومين في الفكر الفيزيائي بدءاً من أرسطو حتى أيامنا هذه (من ١ إلى ٧)، كما يعالج إلى جانب ذلك قياس هذين البعدين (من ٨ إلى ١٠). وقسم يعالج إدراك المكان والزمان وتطبيقاتهما العملية. فأما بحث الإدراك في بادئ الأمر فيتم عن طريق توجيه السؤال إلى علم النفس وعلوم الأعصاب والتربية (من١١ إلى ١٥). أما بحث الجانب العملي فيُنظر إليه من خلال اللغة والفنون والحقائق الاجتماعية (من١٦ إلى ١٩). والحديث الأخير الذي وضع تحت عنوان «مكان الآخرين وزمانهم»، ليس ازدراء تجاه الفارق بيننا وبينهم ولا هو تبرير له، إنه مثبت هنا، لكي ندلِّل – خلافاً لما قد يُظَن- على شعورنا بنسبية هذين المفهومين، ولكي نشير إلى حدود مسعانا في البحث. إذ سيتضح لنا أن تخصيص دراسة لموضوع المكان والزمان في الثقافات الأخرى يبلغ من الاتساع ويتطلب من الجهد ما يوجب وحده تخصيص سلسلة من الأحاديث تعادل هذه على الأقل.

لقد سجلت هذه الأحاديث وأذيعت في برنامج فرنسة الثقافية، والتحرير الذي بين أيديكم الآن ظل قريباً من الأحاديث الأصلية على قدر ما يسمح به الانتقال من المحكي إلى المدون. وقد تشبثنا بأن نحفظ له حيويته وعفويته.


النظرية والقياس



النظام البطليموسي

(أندريا سيلاريوس، المتناغم الكوني Harmonia Macrocosmica ١٦٦١)

- ١ -

النظريات القديمة

حديث أجري مع هرفيه بارّو[1]، أستاذ باحث في المعهد الوطني الفرنسي للبحث العلمي.

إميل نويل: المكان والزمان هما من المعاني الشائعة في تجربتنا اليومية. فمن أين أتت الأفكار التي كوناها عنهما ؟ ثمة ولا شك طرق لعيشهما تختلف باختلاف ثقافات الأمم، فالفكر الغربي مثلاً له تصوره الخاص عنهما، وهذا التصور، في أيامنا هذه، هو نتيجة لما يدعونه «تقدم العلم»، أو هو، بتحديد أكثر، نتيجة لتطور الفيزياء التي لا زلنا نميل إلى وصفها «بالعلم الدقيق». والفيزياء لا تهتم بالطريقة التي تُعاش وفقها الأشياء والظواهر. إن كل ما تريده هو النظر إليهما من ((الخارج)). وقد اتُّفِق عموماً على أن القسم الأكبر من المفاهيم الغربية ترجع أصوله إلى اليونان القديمة. وعلى هذا يمكن الظن أن المكان والزمان هما من تلك المفاهيم التي استمديناها من الثقافة اليونانية. هذا ومن جهة أخرى، كان أرسطو كما نعلم قد صاغ عدداً ليس بالهين من هذه المفاهيم. فهل يسري ذلك على المكان والزمان ؟ وهل استقى أرسطو بدوره شيئاً من بعض من سبقوه؟

هيرفيه بارّو: إن موضع أرسطو طبعاً هو موضع وسط في تاريخ الفكر اليوناني، والنقد الذي وجه للفيزياء الأرسطية في القرن السابع عشر، هام جداً، لأنه يحدد مواقف العلم الحديث- وأعني علم الفيزياء- من المكان والزمان. ولكن يجب ألا نفكر في أرسطو كأنه مفكر معزول، لأنه أتى بعد تراث قديم تعاقبت فيه مدارس عديدة، بل متعارضة، وكان هذا قبل مجيئه بزمن طويل.

---

(١) Herve Barreau.

فالفكر قبل الأرسطي إذاً سبق له أن صاغ هذين المعنيين، ولكن هل نستطيع أن نكشف فيه عن تقدم مطرد متماسك؟

إن الفلسفة اليونانية تبدأ إجمالاً بمدرسة ميليه في أيونية في القرن السادس ق.م. ثم تعاقبت خلال قرنين- من السادس إلى الرابع- سلسلة من المدارس التي كان بعضها يردُّ على بعض. فلدينا ميليه، ثم فيثاغورس حوالي العام ٥٠٠ ، وفيما بعد نشأت في اليونان الكبرى- أي في إيطالية الجنوبية- مدرسة الإيليين. وقد أثار الإيليون العديد من المماحكات، ولا سيما مدرسة الماديين التي أسسها لوسيب وديموقريطس. وهذه المدرسة رد عليها أفلاطون نفسه. وهكذا ترى أن من سبق أرسطو هم عديدون. وقد تعاقبوا في نسق من المواقف المختلفة تجاه هذا الموضوع. فمنهم من رأى أن المكان والزمان منتهيان، ومنهم من رأى أنهما غير منتهيين. ومنهم من رأى أنهما متصلان مستمران، ومنهم- ربما- من رأى أنهما متقطعان. لا شيء واضح في مواقف هذه المدارس. ولكن الشيء المؤكد، هو ظهور كثير من هذه المواقف المختلفة التي نوقشت بجدية.

أيمكننا أن نرى بتحديد أكثر، كيف فصَّل الفكر ما قبل الأرسطي وكيف وضَّح هذين المفهومين: المكان والزمان؟

لا بأس، ليكن ذلك، إذا أخذتُ مدرسة تقع وسطاً إلى حد ما بين هذه المدارس، كالمدرسة الإيلية مثلاً، بدا واضحاً أن بارمنيدس كان يرى أن ليس ثمة مكان ولا زمان بالمعنى الذي نعنيه الآن. بمعنى أن بارمنيدس، الذي كان خصماً لكل رأي يأخذ بالتعددية، كان يعلن أن الكائن وحيد أحد، أنه واحد، ملموم على ذاته، وأن كل ما نسبغه عليه من صفات متمايزة ليس سوى صفاتٍ غايتها عملية، وأن هذه الصفات آتية كلياً من مركزية الإنسان في الكون، والشيء الهام جداً، هو أن نلاحظ أنه بالنسبة إلى هذا المذهب (مذهب أن الكائن واحد وأنه لا يمكن أن يتجزأ) أخذت تتميز المدارس بعضها من بعض، ولا سيما لوسيبوس وديموقريطس اللذين فرضا وجود الفراغ الذي تتجول فيه الذرات، أما أفلاطون فكان يتطلع إلى نظام كامل للكون ليس فيه فراغ بالمعنى الحرفي، بل ثمة مادة لا تتميز كثيراً عن المكان، وأجسام ذات أشكال هندسية، والحاوي، أو هذا الشكل من المادة، هو بدوره مندفع مثار بما يشبه حركة صمامية (أو غربالية) تفصل الأجسام بعضها عن بعض. وتبرز هذه الفكرة أكثر ما تبرز في أسطورة طيماوس، في محاورات أفلاطون، حيث لا يتجلى الزمان عنده مع المادة الأولى التي تتحرك، وإنما بسبب إله صانع (الإله

الحِرَفي) (Demiurge) الذي أقام النظام وأصل الترتيب في هذه المادة. فالزمان عند أفلاطون مطابق لحركات السماء ولحركات النجوم النظامية الرتيبة. بمعنى أن الزمان يتحكم فيه العدد أو ينتظم بالعدد.

نحن الآن أمام لوحة انطباعية نوعاً ما، يعوزها الكثير من التحديد والوضوح. فهل لنا أن نأمل بوضوح أكثر مع أرسطو؟

– يتميز أرسطو من جهة بذهن نقدي تجاه جميع متقدميه، وبإرادة وعزم على تكوين نظرية منهجية للعالم من جهة أخرى، بحيث تكون هذه النظرة متفقة مع التجربة العامة المشتركة، أي مع التجربة التي يعانيها الجميع، والتي باستطاعتهم أن يتحققوها لذاتهم ولحسابهم الخاص. وفي اعتقادي أن هاتين الميزتين هما اللتان أعطتا لأرسطو تلك المكانة الخاصة المتميزة في الثقافة اليونانية. فهو يعطينا في *الفيزياء* نظرة عامة يعرض فيها وجود الحركة، ومختلف أصنافها، ثم يقدم لنا مذهباً في المكان والزمان، والاستمرار، وفي الدوافع والمحركات الأولى. وكل هذا يشكل ترابطاً نظرياً متيناً إلى أقصى حد، تكمن قوته في اعتماده على التجربة والخبرة.

يخيل إليَّ أن المكان والزمان في عهد أرسطو كانا مفهومين متمايزين، وأنهما بالتالي يعاملان كلاً على حده.

فعلاً لا شي يدل على أن المكان والزمان عند أرسطو مرتبطان، على الرغم من أن المذاهب التي تعرضهما في *الفيزياء* متقاربة جداً، فالمكان يعالج تحت اسم محل. وأرسطو ينفي وجود الخلاء الذي اقترحته المدرسة المادية، فالخلاء في نظره مفهوم لا يلبي حاجة من حاجاتنا. إنه أكثر سطحية وسخفاً من أن يفسر الحركة، بل يؤدي في النهاية إلى نتائج متناقضة. لذلك يستعيض أرسطو عن فكرة «الخلاء» بفكرة «المحل». ويؤكد أنه لتحديد الأجسام مكانياً، يجب أن نبحث عن مواضعها. وموضع الشي، يعرفه أرسطو بأنه غلاف الأجسام. وحتى هذه النقطة تسير الأمور سيراً حسناً، ولن يقول ديكارت فيما بعد شيئاً يختلف جوهرياً عن ذلك كل الاختلاف. ولكننا سنجد بعض الصعوبات في القبض على زمام مذهب أرسطو حين يعلن أن هذا المحل (أو الموضع) الذي هو غلاف الجسم، يجب أن يكون ساكناً لا يتحرك. في حين أننا نلاحظ أن ما ذهب إليه أرسطو عن عدم حركية المحل ليس له سند حقيقي إلا إذا افترضنا كوناً، أو عالماً محدداً، تقع الأرض في مركزه،

وأن نهاية هذا الكون ونجومه تتألف من الكرة السماوية أو كرة النجوم. وهذه الكرة في اعتقاد أرسطو تدور حول الأرض بسرعة هي أكبر السرع الممكنة[1].

إلا أن المكان المعني، هو، بهذا الشكل، مكان من صنع التأمل، أي إنه تصور فلسفي للمكان.

نعم، إنه تصور فلسفي للمكان، ومع ذلك يجب أن نشير إلى أن الاتجاهات كان لها عند أرسطو معنى فيزيائي واضح جداً. إذ يبدو أن أرسطو أراد من هذا المكان تفسير الثقالة. فبالنسبة له كان سقوط الأجسام في اتجاه مركز الأرض أمراً طبيعياً. فقد كان يظن أن سقوطها هذا، إنما يسير كذلك لأن الأجسام تنجذب نحو مركز الأرض، ومركز الأرض بالتالي، الذي هو مركز العالم، هو الأسفل المطلق الذي ليس بعده *أسفل*، فهو الذي يجذب الأجسام كلها: التراب والماء. ويقابله الأعلى، أو الاتجاه إلى الأعلى، الذي يجذب أجساماً كالهواء والنار، فهو مسدد إن صح التعبير نحو نهاية العالم، وهذه النهاية مكونة من الكرات السماوية، وهي كرات بلورية شفافة تدور بحركة منتظمة مستمرة.

أفهم من كلامك أن الأرض مدورة عند أرسطو منذ ذلك العهد.

هذا مؤكد، الأرض عند أرسطو مدورة، أضف إلى هذا أن الإسكندرانيين وجدوا بعد زمن ليس بالبعيد، طريقة لقياس قطر الأرض (ويعني إيراتوستين القوريني ٢٧٥ – ١٩٥) ق.م. وذلك اعتماداً على الظل الساقط على مزولتين شمسيتين موضوعتين على خط طول واحد.

تحدثت الآن عن القياس، فهل طرح أرسطو على نفسه مسألة قياس المكان؟ هذا ما يفترض فيه، لأن محاولته كانت قريبة من الخبرة الشائعة.

أبداً لم يفعل. وهنا تكمن نقطة الضعف في التصور الأرسطي للمكان. وعلى الرغم من أهمية وجهة نظره في أنها أولت الصفات التي كانوا يسلمون بأنها جوهرية في ذلك العهد اهتماماً خاصاً، وهي الثقيل والخفيف، إلا أنها لم تعر أدنى التفاته إلى القياس، ويبدو أن أرسطو لم تشغل باله أبداً هذه المسألة. والحقيقة إن أول ما كان

---

(١) لأن الكرة عندئذ هي التي تدور أما موضعها فلا يتحرك. إذ كان معظم اليونانيين القدماء يعتقدون أن الأرض في مركز الكون، ويليها القمر والسيارات بالتتابع، ثم أخيراً الكرة السماوية المرصعة بكافة النجوم الثابتة. وهذا ما يتجلى واضحاً فيما بعد في النظام البطليموسي (انظر الشكل في أول الفصل).

يهمه هو إعطاء محل لكل عنصر. وكان هناك أربعة عناصر عدَّها أمبيدوكليس، ثم أخذ بها أفلاطون. ولكل عنصر من هذه العناصر، حسب رأي أرسطو، محله الطبيعي الخاص الذي يسعى إليه[1].

وماذا عن الزمان؟

لابأس، بالنِّسبة إلى الزمان، كان الأمر مختلفاً تماماً، ففي حين كان المكان عند أرسطو منتهياً، كان الزمان عدداً، ونظراً لكونه عدد الحركة، فهو غير منته، أو على الأقل، غير منته بالقوة (وليس بالفعل)، بمعنى أننا نستطيع أن نضيف دائماً وحدة جديدة إلى الوحدة التي كنا قد بلغناها. ويعتقد أرسطو أن حركة الكرات أبدية. ولهذا صلة بتعريفه للحركة. ويمكننا أن نقول، دون أن ندخل في تفاصيل برهان أرسطو على أبدية الحركة، إن الزمان يبدو عندئذ خاصة من خواص الحركة، وهي خاصة يمكننا أن نجردها بقياس الفترات التي تدعى حدودها ال«قبل» وال «بعد».

ثمة قياس في هذه الحالة؟

فعلاً. هذا بالذات هو المميز الأساسي لزمن الحركة. وللحركة عند أرسطو خاصة كونها مستمرة. والزمان هو قياس يخص سائر الحركات. ثم إن أرسطو كان يستعمل منذ ذلك العهد فكرة التزامن، بمعنى أن هناك زماناً واحداً لسائر حركات العالم. وكما تعلم، لم يظهر نقد واحد للتزامن إلا في الغرب على يد اينشتين.

لقد تحدثت الآن عن الزمان بوصفه عدداً، وأنه يتصف بالتالي باللانهاية. إذ يمكن أن نضيف عدداً جديداً للعدد. وهذه طريقة للتعبير عن هروب الزمن نحو المستقبل. ولكن، هل ثمة لا نهاية إلى الماضي عند أرسطو؟ أم أنه يفرض وجود بداية للزمن؟

لا، بل ثمة لا نهائية أيضاً نحو الماضي. فكما قلت: العالم خالد أبدي، وبالتالي يمكن أن نعود القهقرى في الماضي قدر ما نشاء وهذه النقطة يختلف فيها أرسطو عن أفلاطون. فأفلاطون كان يفرض وجود بداية للعالم، لأنه من خلق إله دعاه دميورج Demiurge. أما أرسطو فكان ضد مذهب الخلق. حقاً أنه كان يعتقد بأن العالم المرئي كله مرتبط بمحرك غير مرئي، ولكن بنية هذا العالم خالدة أبدية.

---

(١) الهواء والنار إلى أعلى، والتراب والماء إلى أسفل.

ويتضح لنا من ذلك أن أرسطو، على الرغم من دراسته للبيولوجية والفروق بين الأنواع، إلا أنه خلافاً للمفكرين الذين سبقوا سقراط، لم يكوِّن في يوم من الأيام فكرة عن التطور من أي نوع كان. والأنواع عند أرسطو خالدة أزلية.

لابأس. فالزمن إذن لا نهائي. ولكنه قد يكون مستمراً، وقد يكون متقطعاً؟

الزمن عند أرسطو مستمر. وقد نص هو نفسه على ذلك بكل صراحة. فالتعريف الثاني الذي أعطاه للزمان، لا يوضح فحسب أن الزمن هو عدد الحركة، بل يصرح كذلك أنه مستمر. لأنه يقول، إن الزمن ينسب إلى شيء مستمر وهو الحركة. وهنا نلاحظ أن أرسطو أراد استبعاد حجج زينون. وزينون الإيلي، تلميذ بارمنيدس، معروف بمفارقاته التي صاغها، ولا سيما مفارقة أخيل والسلحفاة[1]. وكان زينون بلا شك يود البرهان على استحالة وجود فكرة عقلانية عن الحركة، وبالتالي عن الزمان والمكان، ولكن أرسطو، بخلاف زينون، عمل جاهداً للبرهان على أن المكان والزمان ليسا لا نهائيين في الامتداد والمقدار فحسب، بل كذلك في قابلية الانقسام. وكل مستمر يمكن تجزئته إلى ما لا نهاية. ومفارقات زينون مستبعدة بالنِّسبة إلى أرسطو، لأن قابلية الانقسام إلى ما لا نهاية في المكان، يقابلها قابلية للإنقسام إلى ما لا نهاية في الزمان. وفي ذلك فعلاً رغبة في معاملة المكان والزمان بطريقة واحدة. وبهذا التفكير، على ما يبدو لي، كان أرسطو أهم المفكرين وأكثرهم تجديداً، لأننا إذا وضعنا هذه الفكرة بجانب حجج زينون التي ما فتئت تستثير الفكر الفيزيائي- الرياضي، نجد أن فكرة أرسطو تبرز مذهباً لا زال إلى اليوم متماسكاً، هذا على الرغم من أنه لم يمتلك حججاً رياضية مماثلة للحجج التي طورت في القرن السابع عشر عند إدخال فكرة السلاسل المتقاربة ثم عند إدخال الآراء حول اللانهاية الفعلية الخ.. ولكن رغبة أرسطو أصلاً، كانت استبعاد حجج زينون لكي يبين أن الفكر البشري قادر كل القدرة على شرح الحركة وعلى شرح المكان والزمان وبالتالي كما هما مطلوبان في الحركة.

---

(١) أخيل أسرع من السلحفاة بعشر مرات. يبدأ السباق بينهما والسلحفاة أمامه بمئة متر مثلاً. إن أخيل لن يلحق أبداً بالسلحفاة! ذلك انه أثناء قطعه لمسافة مئة متر تبقى السلحفاة أمامه بعشرة أمتار، وبعد أن يقطع أخيل عشرة أمتار تبقى السلحفاة أمامه بمتر، وعندما يقطع أخيل متراً تبقى السلحفاة أمامه ب... وهكذا تبقى السلحفاة دوماً أمام أخيل رغم أنه أسرع منها.

قلت إن أرسطو يحتل وضعاً وسطاً، ولنقل إنه سابق لغاليليه في هذا الرأي حول المكان والزمان. وقد رأينا من سبقه. ولكن بقي أن نعرف كيف تطور الفكر اليوناني بعده؟ وهل كان ثمة استمرار بدأ بأرسطو، أم بالعكس، حدثت تفرعات أفسحت المجال لظهور حركات فكرية متنوعة؟

الأمر الغريب فعلاً هو أن عمل أرسطو لم ينشر بعد موته. طبعاً، لقد كان متداولاً في أوساط العلماء. لكن لم تظهر أوّل نشرة كاملة له إلا قبل المسيح بخمسين عاماً. وكان ذلك عمل أندرونيكوس الروديسي. والحقيقة، لدينا شعور بأن هناك مدارس أخرى احتلت موضع الصدارة بعد موت أرسطو. فهناك من عاد إلى موقف ديموقريطس القائل بالخلاء الذي فيه الذرات. وكان هذا رأي أبيقور. وهناك الرواقيون أيضاً، الذين عادوا إلى رأي قديم يقول بالعودة الأبدية الذي كان هيراقليطس قد صرّح بها والتي أعاد نيتشه بعثها في القرن التاسع عشر. وفي هذا الرأي القائل بالعودة الأبدية، يعود تكوين الحوادث على الدوام إلى المرحلة السابقة نفسها (أي الحوادث تعيد سيرتها من جديد باستمرار).

هل يعني ذلك إحلال زمن دوري محل زمن خطي؟

نعم، إذا شئت. وفكرة زمن دوري ليست غائبة كلياً عن ذهن أرسطو. ولكن ما يدهش، هو أنه لم يعط أدنى إيضاح حول السنة الكبرى، أي تلك الدورة الفلكية الكلية التي كان يؤمن بها الفيثاغوريون، وكذلك أفلاطون، وذلك نظراً إلى أن المعطيات الفلكية لم تكن ملائمة لتحديد هذه السنة الكبرى. وأرسطو لم يتحدث عنها. واكتفى بالقول إن كثيراً من الأشياء عند الناس سيُعاد كشفها خلال لا نهائية الزمن. وهذا هو التصور الدوري الوحيد الذي نجده عند أرسطو، هذا عدا الدورات الفلكية التي لم تحدد مدتها، ولم يكن ممكناً أبداً تحديدها في ذلك العهد.

ولكن اليونانيين كان لهم اهتمام كبير بالهندسة والفلك. وكانوا خبراء فيهما. فما أنجز في هذين الفرعين بالتالي، لا يمكن أن يكون قد مر دون أن يترك أثراً في الآراء التي تكونت حول المكان والزمان؟

إن الإشارة إلى اهتمام اليونانيين بالهندسة، لا في حالة البعدين فحسب، بل في حالة الأبعاد الثلاثة، أي في حالة المجسمات، أمر مهم. كما أنهم حققوا تقدماً كبيراً في الفلك. ولكن ما يثير الدهشة والاستغراب فعلاً هو أنهم، على الرغم من تطويرهم لأدوات رياضية تكفي لنسف الكون الأرسطي، إلا أنهم ظلوا رهن هذا

الكون، ولم يوجهوا إليه نقداً واحداً. فبحسب ما بيَّن ماكس جامر في كتابه حول مفاهيم المكان، لا يوجد في مؤلفات اليونانيين، وحتى الإسكندرانيين، وحتى في العهد اللاحق لأرسطو، شيء يشبه الإحداثيات الديكارتية مثلاً. وكانت حركات السماء تُعيَّن بواسطة إحداثيات ذات بُعدين، هما زاوية العرض وزاوية الارتفاع. كما ظلت الهندسة على حالها شيئاً مجرداً (دون تطبيق يُذكر). ففي قديم الزمان كانت النظرة الكونية إلى الأشياء تُعد أسمى منزلة من النظرة الهندسية إليها. ويُلاحظ ذلك أكثر ما يُلاحظ في الفلك خاصة، حيث هجرت فكرة الكرات المتمركزة حول الأرض شيئاً فشيئاً (وكانت تلك هي فكرة أرسطو). ولكنهم ظلوا متمسكين بمركزية الأرض، أي بفكرة أن الأرض هي مركز العالم. ولكي يفسروا غرابة حركات الكواكب السيارة، كالحركات التراجعية التي تُشاهد واضحة، تصوروا دورات فوق دائرية، بمعنى أن الكواكب ترسم دوائر تنتقل حول دائرة كبيرة، وإن هذه الدوائر تحدث انحرافات عن المركز تجعل مركزها غير مركز الأرض بالضبط. ولكن الدائرة ظلت على الدوام هي التي توجه تفسير حركة النجوم. وهذا ما ظلَّ محققاً تماماً عند المؤلِّفين الذين حاولوا أن يتصوروا أنظمة أخرى للعالم. إلا أن المؤرخين تحدثوا عن أرسطرخس الساموزي في القرن الرابع الميلادي، الذي سبق كوبرنيك في تصور الشمس مركزاً للعالم. ولا شك أن ارسطرخس الساموزي، كانت لديه أفكار ثورية تماماً. ولكن هذه الأفكار الثورية لم يكن لها تأثير يذكر في الفيزياء، لأنها اكتفت في الحقيقة بتعديل صورة العالم دون أن تقدم ديناميكاً مختلفاً عن ديناميك أرسطو. والفيزياء والفلك، من حيث الجوهر، يعتمدان على الأسس نفسها. فكان لا بد من مجيء الثورة الغاليلية في الميكانيك لكي يتسنى لنظام كوني جديد أن يثبت نهائياً.

ربما كانت هذه صورة مجملة بعض الشيء. ولكن إقليدس قارب بالهندسة فكرة المكان، وطرح هيبارك في الفلك أسئلة حول قضايا الزمن. ومنذ ذلك العهد حتى غاليليه مرت أشياء كثيرة في الغرب. فهل نشاهد في هذه الحقبة أفكاراً جديدة ظهرت إلى الوجود؟

بالفعل لقد ظهرت وجهات نظر جديدة. وأول ما يستحق الذكر منها، هو وجهة النظر التي نبعت من التراث اليهودي. والتي كانت متبعة جداً في الأوساط الإسكندرانية، واتَّضحت جلية في الأفلاطونية الجديدة، ومن نعنيهم هنا هم فيلون وبعض المؤلِّفين الذين تبعوه. وجميع هذه التيارات ستصب في العمل المنسوب إلى

(هرمس[1] المثلث العظمة). وهي تيارات باطنية تستخلص منها فكرة أن المكان مختلف عن المادة. فمن فكرة وجود الإله في كل مكان- الجلية تماماً في توراة اليهود- تبدأ بالظهور فكرة أن المكان ليس شكل الكون، وإنما هو بالأحرى نوع من صفة ترتبط بالإله (أو خاصة له). إن هذا «الوجود الإلهي في كل مكان» هو الذي يحوي كل الأشياء. والتراث القبلاني[2] الذي أتى فيما بعد، يبلغ حد القول إن الكل كان في البدء مُحتوى في الإله وأن الإله انسحب من العالم (نظرية صمصوم في القبلانية الجديدة). والجدير بالذكر هو أن هذه الأفكار المحملة بهذا التراث، كانت فيما مضى مألوفة في العصر الوسيط: في القرن الرابع عشر عند كريكاس، وفي القرن الخامس عشر عند نيكولاس دي كوزا، وفي مطلع القرن السادس عشر عند باتريزي. وفي نهايته عند برونو. وفي القرن السابع عشر، سيكون كامبانيلا وغاسيندي هما أيضاً ورثة هذا التراث. وسيندمج هذا التراث طبعاً عند غاسيندي، مع مفهوم الخلاء الذي أتاه من الماديين اليونانيين. ولكننا نرى بوضوح أن مجمل هذا التراث يتعارض مع مطابقة المكان والمادة الذي سيكون كما نعلم هو الموقف الديكارتي، في حين أننا نقترب فيه من نيوتن.

بما أن الفلكيين اليونانيين تحدثوا عن الزمان، فلا ريب أنهم أعدوا أجهزة لقياسه.

لا شك في ذلك. لقد أعدوا مزاول شمسية، واصطرلابات، وساعات مائية، وهذه الأجهزة تقيس الزمن بدقة أكبر مما كان مستطاعاً في زمن أرسطو. ولكن الأمر الذي يدعو إلى الدهشة، هو عدم وجود شيء جديد من الناحية الفكرية في قضية الزمن. ويجب أن ننتظر مجيئ القديس أوغوسطين بوصفه وريث الأفلوطينية، فهو الذي استأنف في القرن الرابع تحليل الزمن، وبيّن أن هذا المعنى مرتبط بالتجربة النفسية التي نكونها عنه. وبالتحديد، يُعد القديس أوغوسطين أوّل من بيّن أن

(١) إله مصري قديم، وعبارة «مثلث العظم» هي صفة له. والمقصود هنا طبعاً هو لقب هرمس، أما هرمس فهو أيضاً اسم يوناني للكوكب عطارد.

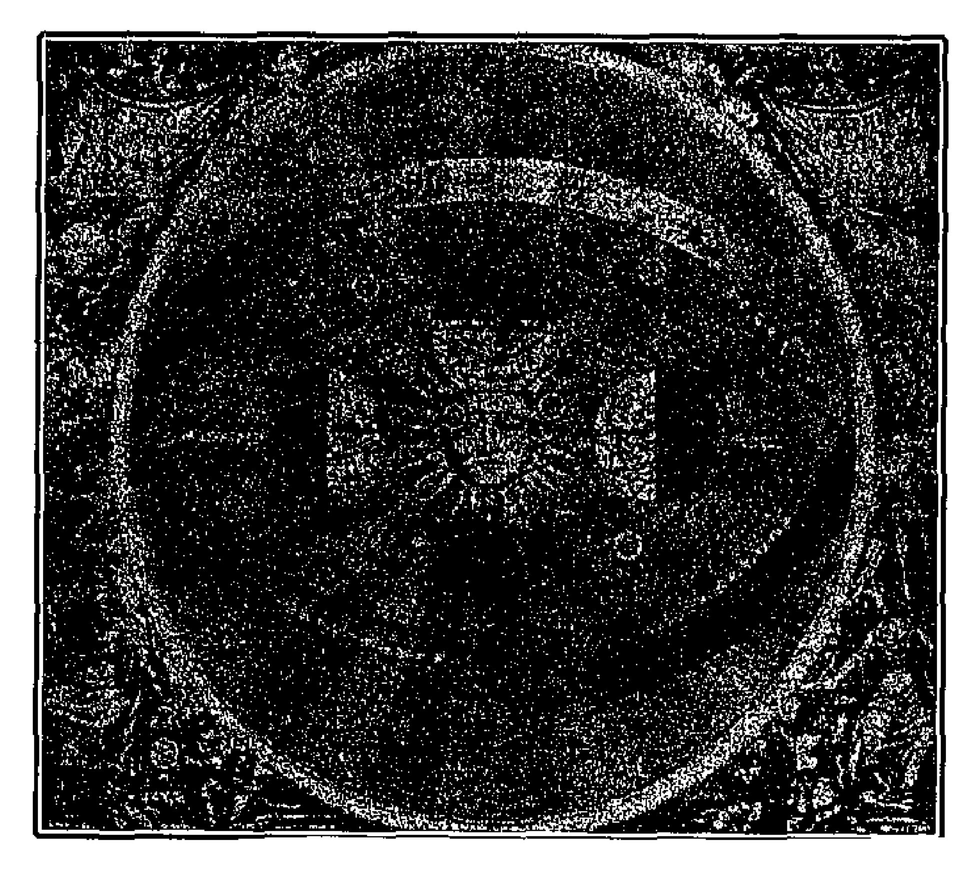
(٢) القبلانية هي فلسفة دينية سرية عند أحبار اليهود تقوم على تفسير التوراة تفسيراً صوفياً ورمزياً.

«ربما ذكرت هذه الفكرة في التوراة ولكنها ليست جلية أبداً. فالإله يظل مع شعبه يقاتل، ثم يذكر لوط الذي كان قد نسيه. فإذا كانت هذه الأفكار دخيلة فلماذا لا تُحذف من التوراة. وما هو الصحيح هل إله اليهود إسرائيلي يحارب معهم أم هو في كل مكان؟ ».

الماضي والمستقبل، كالحاضر، حاضران في خواطرنا في نفس الوقت، وأن زمناً من الماضي وزمناً من الحاضر، وزمناً من المستقبل حاضرة كلها معاً في الشعور. وهكذا يمكن القول إن الفكر الأوغوسطيني يميل كذلك إلى تقريب فكرة الزمن من نوع من الشعور الكوني الذي يمت بصلة قربى إلى ما كان نيوتن يدعوه الإحساس الإلهي. وفيما بعد سيقول «كانْط»: إن الزمن شكل للحساسية سابق للتجربة كالمكان. ولكننا ابتعدنا بذلك عن العصر الوسيط وعن عصر النهضة، إلا أننا نشعر تماماً بأن الزمن يعود فيتَّخذ مع القديس أوغوسطين نوعاً من الوجود المستقل بالنسبة إلى الظواهر المادية التي لا تفيد إلا في قياسه.

لقد انطلقنا من مواقف الفلسفة السابقة لسقراط إلى أن وصلنا إلى عتبة الفكر الغاليلي. ولكن، في الختام، كيف تبدو الأمور في بداية هذه الثورة؟

في بداية الثورة الغاليلية كان الفكر قد تجاوز الكوسمولوجية الأرسطية منذ زمن طويل. فكل ما كان بالتالي قاعدة لفيزياء أرسطو أصبح الآن موضع الاتهام. ويمكن القول إن نقد آراء أرسطو العامة كان قد أنجز، ولكن كان لابد من ظهور فيزيائيين وُهبوا موهبة فذة لكي يهاجموا مفاهيم أرسطو في الميكانيك حول ظواهر محددة، كسقوط الأجسام مثلاً. وهنا، وحول هذه المفاهيم، دارت المعارك. ولكن هل يمكن القول كذلك، ثمة آراء جديدة رأت النور بين أرسطو وغاليليه وأن هذه الآراء ستدوم. فمن هذه الآراء، الرأي القائل بمكان سابق، إن صحَّ التعبير، للأشياء. والرأي القائل بزمان هو إطار ذاتي (لا موضوعي) نرى فيه الظواهر تترتب وتتنظم. إلا أن هذه الأفكار تبتعد كثيراً عن الآراء الأرسطية، إنها تشكل قاعدة الفكر الأوروبي التقليدي.



النظام الكوبرنيكي (اندريا سيلاريوس Harmomia Macrocosmica 1661)

- ٢ -

الثورة العلمية

حديث أُجريَ مع جان روسموردوك[1]، استاذ مساعد للفيزياء في جامعة بروتانية الغربية.

إميل نويل: في زمن الثورة الغاليلية: كانت الكوسمولوجية الأرسطية قد عفا عليها الزمن. وعلى مدى قرون عدة، ظهرت اراء وتصورات جديدة فُقد بعضها: من هذه التصورات، مكان سابق في الوجود على الأشياء، وزمان يرتب الظواهر. تُرى أين نكون بالضبط في القرن السادس عشر من جميع هذه الأفكار؟ وقبل كل شيء، هل كان ينظر عندئذ لمفهومي المكان والزمان بأنهما مرتبطان، أم منفصلان كلياً أحدهما عن الآخر؟

جان روسموردوك: لا يمكن القول إنهما مرتبطان كلياً، كما لا يمكن القول إنهما مستقلان. إنهما يرتبطان بفكرة الحركة، وكذلك بدراسة الحركة، التي توجد في المكان وفي الزمان. ولكنْ ثمة شيء تغيَّر في القرن السادس عشر. فالمكان والزمان كانا سابقاً من المعاني الشائعة من جهة، وكانا من جهة أخرى هدفاً لنقاش فلسفي. ثم في نهاية القرن السادس عشر أصبح هذان المعنيان إضافة إلى ذلك مفهومين علميين قابلين للصياغة الرياضية وللقياس. القياس بعدد صحيح أو غير صحيح، لم يكن ذلك وارداً آنذاك.

أيمكننا أن نجرِّب، بداية لحديثنا، تحديد ما ظل قائماً من التصورات الأرسطية، أو السابقة له بالأحرى، وما أنجزه العصر الوسيط؟ فقد يساعدنا ذلك على فهم الجديد الفعلي الذي أتت به النهضة فهماً صحيحاً.

---

(١) Jean Rosmorduc.

أعتقد أن ما ظل باقياً بصفة أساسية، هو المظهر اللامتغيِّر للمكان والزمان. إذ لم ينظر إلى المكان والزمان على أنهما يمكن أن يتبدّلا عرضاً تبعاً لشروط تحديدهما الفيزيائية. إنهما لا يتغيَّران. وأنا أتحدث هنا طبعاً عن الزمن الفيزيائي وليس عن الزمن النفسي الذي يختلف مفهومه كلياً عن ذلك. أما عن الأمور المستجدَّة، فأظنُّ أنها تتعلَّق قبل كل شيء بتغيُّر التصورات والنظرة الكوسمولوجية. ولنقل إنه منذ نهاية العصر الحجري الأخير وبداية عصر الزراعة، ظل تعريف المكان والزمان بوجه عام مرتبطاً باعتبارات كوسمولوجية. بمعنى أن «الميقاتية» كانت هي الكون نفسه. إذ كانت حركات الشمس، أو بالأحرى حركات الشمس الظاهرية، هي مرجعهم الذي يعودون إليه لتعريف السنة وتعريف اليوم. وكان الكون بالنسبة للإنسان القديم مُغلَقاً ومحدوداً، ويمكن القول إنه بالنسبة إلى اليونانيين- ومنذ فيثاغورس تحديداً- كان كروياً. والأرض، التي هي كروية أيضاً، ساكنة وتحتل مركز هذا الكون. والكون بمجموعه يدور حول هذه الكرة الساكنة. وقد حاول أرسطو البرهان على سكون كوكبنا اعتماداً على حجج ذات صبغة ميكانيكية،أي مرتبطة بالعلم الذي يهتم بحركات الأجسام. وعلى هذا، حين يجري تغيُّر في الكوسمولوجية فلا بد بالضرورة من إجراء تغيُّر كذلك في الميكانيك. إذ لابد أن يتدخل هذا التغيير، في لحظة أو أخرى. وهذه أول نقطة تلفت انتباهنا، ثم أتت الثورة الكوبرنيكية، أي الثورة التي حدثت بعد نشر الكتاب الذي ألَّفه كوبرنيك عام ١٥٤٣، والذي جعل فيه الشمس وليس الأرض هي مركز العالم. وهذه الثورة كانت تقتضي بالضرورة، آجلاً أم عاجلاً، تحولاً في علم الحركة، وبالتالي في تصورات المكان والزمان. وهذا في رأيي هو التغيير الأهم. كما أن ثمة تغييراً آخر على الصعيد الاجتماعي، إذ إن تنظيم شؤون الحياة في المجتمع تغيرت خلال النصف الثاني من العصر الوسيط. فالتمدُّن والتحضُّر، وازدهار الحرف، وكذلك رواج الأسواق الخ.. أدَّت إلى تعديل الحياة والمعيشة. وإذا أردنا إعطاء صيغة لهذا التعديل، نقول إن الزمن الدوري التقليدي لدى فلاح العصر الوسيط، حل محله إلى حدٍّ ما، نوع من زمن خطي هو زمن عمال المدينة، والمحترف الكبير،والصناعة الصغيرة الخ.

أو مناشط لم تعد تابعة مباشرة للفصول.

نعم، هذا ما في الأمر فعلاً، لم تعد خاضعة مباشرة للفصول.

ستواتينا، ولا شك، فرصة العودة خلال هذا الحديث إلى عمل كوبرنيك، وتعلم أن المرحلة التالية هي غاليليه، ولكن حدث، بين القضايا التي طرحها كوبرنيك وبين الإسهام النوعي الذي أتى به غاليليه، عدد لا بأس به من الأمور. فكأن هذا التصور أو هذه الرؤية للمكان والزمان كانت تتطور خفية، أو، إن تجرأت قلت، كما لو أن الأفكار كانت تتهيأ لتقبُّل هذا التصور.

– نعم، لقد احتفظ كوبرنيك بعدد من التصورات التي كانت قد تكونت سابقاً عن الكوسمولوجية وعن الميكانيك، وبشيء قريب أيضاً من تصورات أرسطو عن الكوسمولوجية وعن الميكانيك التي عاد إليها بطليموس. وخلال السنوات التي أعقبت عام وفاة كوبرنيك، وهو العام نفسه الذي نُشر فيه كتابه (أي سنة ١٥٤٣)، اختفت تدريجياً بعض الأخطاء التي احتفظ بها. من ذلك مثلاً أن تيخوبراهه هجر فكرة الكرات البلورية التي تحمل النجوم والسيارات. كما هجر جيوردانو برونو فكرة عالم مُغلَق. وبرونو هذا هو دومينيكاني إيطالي مُناصِر لكوبرنيك، عاش في القرن السادس عشر ثم أُحرِق في روما عام ١٦٠٠ (بعد اتهامه بالزندقة). أما حركة الكواكب والنجوم الدائرية فقد نفاها كبلر. وهذا يعني أن تحوُّلاً حدث بين كوبرنيك وغاليليه. فتطور الكوسمولوجية ازداد حدَّة، وهُيِّئت الأسباب لنمو الرياضيات ولمقاربة المفاهيم الفلسفية التي تُعلِن فعلاً عن قدوم غاليليه. وقد تجلَّت هذه التهيئة في عدد من الأعمال في الميكانيك ولا سيما عند الفيزيائيين الإيطاليين (عند بنديتي مثلاً، الذي كان أستاذاً لغاليليه).

ألنا أن نقول إذاً إن التطور في تصورات المكان والزمان، يحدث أكثر ما يحدث عندما يطرأ تحوُّل على النموذج الكوسمولوجي؟

نعم، بمعنى أن هذا التحوُّل هو من جملة الشواهد الضرورية للبرهان على الخطأ في تفكير أرسطو. وأستطيع أن أورد وبإيجاز إحدى حجج هذا الفيلسوف اليوناني الأساسية. فهو يقول ما معناه، لنفرض أن شخصاً ما ظلَّ واقفاً في مكانه ورمى قذيفة باتِّجاه رأسي. فلو كانت الأرض متحركة، لسقطت القذيفة- مهما قلَّ ارتفاعها- خلف الرامي أو أمامه أو بجانبه، في حين أن التجربة اليومية تبرهن لنا أننا نستطيع تلقِّي الحجر بيدنا. فالأرض لا تتحرك إذاً. ولكي نبرهن على خطأ هذا التفكير علينا أن نذكِّر بعدد من الحجج الميكانيكية. وهذه الحجج كان قد رسم كوبرنيك بعض خطوطها، ثم عمَّقها جيوردانو برونو. ولكن من وضَّحها بحق هو غاليليه. وهي حجج تعبِّر عما دُعيَ منذ ذلك الزمن بـ «نسبية غاليليه»: وهي تقول

باختصار إنه يستحيل علينا كشف حركة منظومة ميكانيكية[1] بتجارب تنفَّذ على متن هذه المنظومة. ويعطي على ذلك مثالاً لامرئ مُعلَّق في أعلى سارية مركب ويترك حجراً يسقط من يده. وهنا يقول الفيزيائي (لو أجريت التجربة لتحققنا أن الحجر يسقط عند قاعدة السارية، سواء أكان المركب متحركاً أم ساكناً (طبعاً بشرط ألا يكون البحر مضطرباً). فنقطة سقوط الحجر إذاً ليست دليلاً على حركة المركب أو سكونه. وتروي لنا حكايا ذلك الزمان أن غاليليه لم يجرِ التجربة، ولكن هذا غير مؤكَّد. إلا أن غاسيندي أجراها وبرهن أن غاليليه كان على حق.

بما أن الحديث عن غاليليه، فلنستغل هذه المناسبة لتحديد ما قدَّمه من جديد في موضوعنا.

فيما يتعلق بالمكان والزمان لا نجد عند غاليليه تعاريف واضحة لهما، وهذا بخلاف ما سنجده عند نيوتن فيما بعد. ولكن هذه التعاريف في حقيقة الأمر، متضمنة إلى حد ما في عدد من عروض الميكانيك الغاليلي، وحتى قوانين ميكانيك نيوتن متضمنة فيها بصورة غير ظاهرة، وإن لم تكن مُصاغَة بوضوح تام عند غاليليه (وسأعود إلى هذه الفكرة عمَّا قريب). فعند غاليليه ثمة «نظام طبيعي» يحكم الحركة ويهيمن على الظواهر. وهذا النظام يُترجَم بقوانين رياضية يجب اكتشافها. لقد درس غاليليه الحركة، والحركة المنتظمة في أول الأمر. وفي إطار دراسته لهذه الحركة المنتظمة انساق إلى مقاربة معنيي المكان والزمان اللذين وجد بينهما علاقة رياضية. إذ كتب ما معناه: «أعني من قولي حركة رتيبة أو حركة منتظمة، تلك الحركة التي تكون فيها المسافات التي يقطعها المتحرك في أزمنة متساوية هي متساوية أيضاً[2]» وهكذا نعود إذاً إلى السؤال الذي طرحته الآن بشأن القرن السادس عشر. إن غاليليه لا يعرِّف المكان والزمان، أو إذا شئت لا يبرز علاقة سببية بين هذين المعنيين. إلا أنه يعرِّف مع ذلك علاقة رياضية

---

(١) ونضيف: تتحرك بحركة مستقيمة منتظمة.

(٢) هذه الفكرة البسيطة لم ينص عليها أحد حسب علمنا قبل غاليليه وهي وإن كانت مقدرة ضمناً في أعمال كل الذين اشتغلوا في الميكانيك وفي قياس الزمن (لا سيما البيروني) إلا أنها على بساطتها فكرة هامة لأنها فتحت الطريق إلى العبارة الرياضية السليمة في الميكانيك وفي علم الحركة. وأبرزت الفرق بين حركة منتظمة وحركة غير منتظمة. فالقول بحركة منتظمة يعني إمكان وجود حركة غير منتظمة (كسقوط الأجسام الذي درسه غاليليه).

واضحة بينهما. وباستطاعتي الحديث مطوّلاً عن إنتاج غاليليه. ففيما يتعلق بالزمن، ثمة شيء هام نجده في أعماله، ألا وهو ملاحظته لحركة النواس. إذ تحقّق أن حركة النواس لها دور ثابت تقريباً، وذلك مهما كانت سعة هذه الحركة. وتحقّق أن هذا الدور لا يتوقّف إلا على طول النواس. وهذا ما يدعوه الفيزيائيون بتساوي الأوقات في اهتزازات النواس[1]. وقد درس بعدئذٍ هذه الحركة. وهذا الإنجاز سيكون له شأنه لأنه يُستخدم في صنع الساعات.

ولكن هذا التطور في مفهومي المكان والزمان عبر التطوُّر في تصور الحركة، أو هذا التطوُّر الذي أثرت مسألته منذ قليل، هل كان محل عناية المجتمع العلمي فحسب أم نفذت هذه التغيُّرات إلى طبقات الجماهير الأخرى؟

كان المجتمع العلمي في العصر الوسيط مقتصراً على المجتمع الديني، وبالتالي على مجتمع رجال الكنيسة، أو على مجتمع القريبين من الكنيسة الذين يعرفون اللغة اللاتينية. ومن الأسباب التي أدَّت إلى نفوذ أفكار غاليليه إلى خارج هذا الوسط بمعناه الضيِّق، رغبته في الكتابة باللغة الوطنية، أي بالإيطالية. فكانت أفكاره في عصره تنفذ إلى وسط أوسع بشكل واضح من الوسط العلمي في معناه الأول الضيق أو لنقل إلى الوسط المثقَّف، وبالتالي إلى الوسط البرجوازي الذي يعرف القراءة، أي قراءة اللغة الإيطالية، والذي كان يملك إلى جانب ذلك بعض المعارف في الجانب العلمي. وثمة ميِّزة أخرى لغاليليه، هي أنه كان يصوغ الفيزياء بلغة الرياضيات، أو بالأحرى بلغة الهندسة. إذ إن القسم الأساسي من الرياضيات في ذلك العصر كان الهندسة. وقد كتب غاليليه أكثر من مرة في إحدى رسائله «... إن كتاب الطبيعة الكبير مكتوب بلغة رياضية». فمما لا ريب فيه أن فهم غاليليه يتطلب الحد الأدنى من المعارف الرياضية. وهذا ما كان عليه حال الأشخاص المثقَّفين في ذلك العصر. وهذا الوسط، وسط المثقَّفين، على ضيقه، كان أوسع كثيراً مما كان عليه الوسط المثقَّف في العصر الوسيط.

في ظني، أنه ما إن أعطيت بعد غاليليه، الدفعة الأولى، حتى تتابعت مراحل جديدة من التطوير. ولا بد أن نتوقَّع خطوات تقدُّم جديدة تيسِّر بدورها تحقيق قفزة نوعيه في المجال النظري.

---

(١) أي أن مدة النوسة الواحدة (أو الهزَّة الواحدة) لا تتغيَّر. ويسميها الفيزيائيون اليوم دور الحركة.

بل ليس بعده وإنما معه، فحين نذكر غاليليه يجب ألا ننسى أعمالاً على قدر كبير من الأهمية ظهرت معه في وقت واحد. كأعمال كبلر في الفلك، وديكارت في الرياضيات (و نخصُّ منها اختراع الهندسة التحليلية). وبعد موت غاليليه (عام ١٦٤٢، أي قبل ولادة نيوتن بعام واحد) حدثت تحوُّلات نستطيع القول إنه هو نفسه باعثها وزعيمها. وهذه التحوُّلات أدَّت إلى ظهور نيوتن. وهي تتعلَّق بالرياضيات وبالميكانيك، وبالصناعة، أو بالأحرى بفن صناعة أدوات القياس التي أعطاها غاليليه دفعة إلى الأمام. إذ إليه يعود الفضل في اختراع كاشف الحرارة (وهو جهاز بدائي إلى حدٍّ ما لقياس درجة الحرارة). وقد حاول قياس سرعة الضوء (على أنه فشل في ذلك، ولكن هذا الفشل يرجع إلى التقنية التي لم تكن ملائمة). كما حاول تعيين طريقة لقياس الزمن. والمهم، هو أن غاليليه كانت لديه رغبة في القياس، وفي تقدير الحادث أو الظاهرة الفيزيائية تقديراً كميًّا.

هذه رغبة جديدة ولا شك، أو مطلب جديد أخذ يظهر إلى الوجود.

هذا صحيح، إنه مطلب أخذ يظهر تدريجياً إلى جانب استعمال اللغة الرياضية، مما أعطى الفيزياء الجديدة سمتها. ثم أخذت بعض التطورات تزداد وضوحاً. فأجهزة الرصد والقياس كانت تتعدَّل في هذا القرن ويتضاعف عددها. وقاس رومر سرعة الضوء فعلاً قياساً يقرب من الصحيح عام ١٦٧٦.

وأما الخلاء وأعني الخلو من الهواء، الذي كان في البداية هدفاً للجدل الفلسفي وحده، تحقَّق فعلاً، وحقَّقه أناس كبويل وأوتودي غيريك في نهاية القرن. ثم (وربما كان هذا ما يعنينا هنا بصفة خاصة) صنعت أجهزة جديدة لقياس الزمن. وكانت صناعة الميقاتيات الكبيرة قد حققت تقدُّماً خلال النصف الثاني من العصر الوسيط. وهذا التقدُّم أخذت خطواته تتسارع مع تطوّر دراسة النواس التي قام بها الفيزيائي الهولاندي كريستيان هويجنز الذي تابع من جهة ثانية أعمال غاليليه نفسها. وقد اقترح هويجنز تصميماً أولياً لصنع ميقاتية ذات رقاص صنعها فيما بعد ساعاتي من لاهاي عام ١٦٥٧. وقد اقترح آنذاك أن يُستبدل بالنواس نابض حلزوني، الأمر الذي أدى إلى صناعة الكرونومترات. وهذه نقطة هامة: فغاليليه نفسه لم يكن لديه سوى ميقاتيه مائية[1] غير متقنة تماماً لقياس الزمن. وإذا لم

(١) الساعات المائية هي ساعات تعتمد على سقوط الأثقال في أحواض مائية وتدير بسقوطها بكرات يرتبط بعضها في النتيجة بمؤثر يدل على الزمن. وقد عرفت هذه ←

تكن وسائلنا الحالية متوافرة لنيوتن، ولا حتى الوسائل التي وُجدت في نهاية القرن الثامن عشر، إلا أنه كانت لديه إمكانيات للقياس أكبر من الإمكانيات التي توفرّت لغاليليه بنحو واضح. وهذه كلها تطورات بارزة وهامة في الفيزياء.

هاقد بلغنا الآن، المرحلة التي يمكن أن يأتي فيها نيوتن. فقد أصبح كل شيء معداً لقفزة جديدة في المفاهيم، على الصعيدين النظري والأداتي.

بالفعل، ففي عام ١٦٨٧ نشر نيوتن مؤلَّفه الرئيسي في هذا الميدان: *المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية*. وكان عمله هذا هو التركيب الشامل لكل ما حقق في الميكانيك الأرضي وفي الوقت نفسه في الميكانيك السماوي، خلال القرن السابع عشر. ومما جعل هذا العمل كاملاً، تضمينه لسلسة من الإضافات الجديدة في الرياضيات وفي الميكانيك معاً. وهو يبدأ بتعريف المادة (مما يقربه أيضاً من عمل غاليليه، لأن غاليليه في كتابه: *عرض يتناول علمين جديدين*، كان قد خصص اليوم الأول كذلك للتأمُّل في مسألة المادة ومناقشتها). ثم عرَّف نيوتن الحركة مبتدئاً بمفهوم «كمية الحركة» الذي أخذه عن ديكارت. وعندئذ يعود إلى الزمان والمكان، وهنا يميِّز في كل من هذين المعنيين، بين المفهوم المطلق والمفاهيم النسبية. إذ كتب ما معناه «١ – الزمن المطلق الحقيقي والرياضي الذي لا يمت بصلة لشيء من الأشياء الخارجية، يجري بشكل منتظم ويُدعى فترة. والزمن النسبي الخ..». ويلي ذلك تعريف هذا المفهوم، أي الزمن النسبي «٢ – المكان المطلق الذي لا يمت بصلة إلى الأشياء الخارجية، يظل دائماً مماثلاً لنفسه وساكناً». ثم يلي ذلك تعريف المكان النسبي. وكان لابد له من المادة والحركة لكي يتوصل منهما إلى تعريف مفهومي المكان والزمان. ولكن ما إن يعرِّف هذين المفهومين، حتى يصبح لهما في الواقع وجود مستقل عن المادة وعن الحركة. إنهما مُطلَقان، بمعنى إنهما يشكِّلان نوعاً من إطار تتوضع فيه المادة وتجري فيه الحركات. وهذا الإطار، لا مانع أبداً من أن يكون خالياً، بمعنى إنه يمكن أن يوجد مكان وزمان بلا مادة ولا حركة. أي كما هو الأمر تقريباً في حال قاعة يمكن أن يكون لها جدران، ويمكن أن يوجد فيها أثاث، ولكن الجدران توجد بمعزل عن الأثاث. «وهذان المكان والزمان المطلقان،

← الساعات في العصور الوسطى وتفنَّن الصنَّاع في تطويرها في العالم الإسلامي. وللتعرُّف على هذا النوع من الساعات نُحيل القارئ إلى كتاب (علم الساعات والعمل بها) تأليف رضوان بن محمد الساعاتي، تحقيق محمد أحمد دهمان. وهناك ساعات مائية سيأتي وصفها فيما بعد، وهي التي استعملها غاليليه.

هما مكان وزمان الإله» كما كتب ميشيل باني. وأعتقد أن هذه العبارة صادقة صحيحة مثلما هي كذلك بالنسبة لقوانين فيزياء نيوتن (كما كتب ليفي لوبلون في كتابه الأخير: *روح الملح*) التي هي فعلاً «قوانين الإله». فانطلاقاً من خطوات التقدُّم في الفيزياء، وصلنا إلى نظرة هي في جوهرها ميتافيزيكية.

ولكن، على الرغم من كل ذلك، ألم يكن نيوتن بحاجة للأثير لكي يفسر عدداً من الظواهر؟

أجل، لقد احتاجه فعلاً وهذا أمر أطول من أن نستطيع الحديث عنه تفصيلاً، لقد أدخل الأثير أساساً في كتابه «*المطول في الضوء*»، إلا أنه احتاجه كذلك في الميكانيك. وهو يستعير هذا الوسط أو جانباً منه، من مؤلِّفين سابقين لكي يفسر التأثيرات عن بُعد، كما هو الأمر في حالة القوة المغناطيسية والقوة التثاقلية الخ.. إن أثير نيوتن هو وسط فائق التعقيد شبيه بالأثير الذي سنعثر عليه في القرن التاسع عشر.

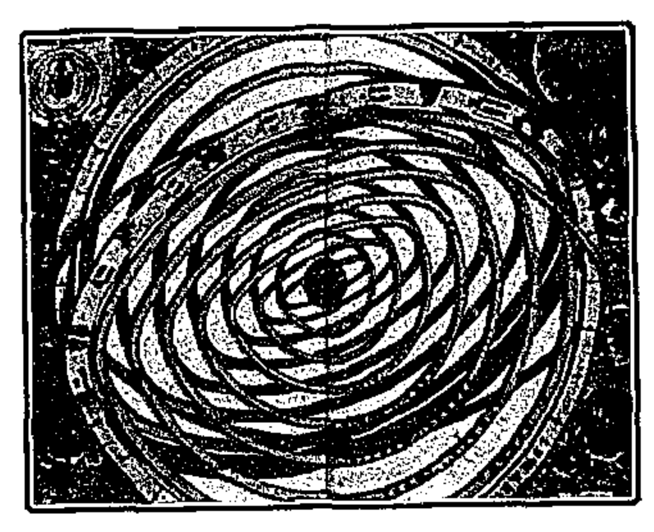
كل ذلك يؤيد الرأي القائل إن مفهومي المكان والزمان المطلقين هما بحق ميتافيزيكيان.

إنهما ميتافيزيكيان فعلاً.

دعنا نضع هذين الرجلين، اللذين اقتصر عليهما حوارنا، وجهاً لوجه: أحدهما، هو غاليليه، كان ينظر إلى كتاب الطبيعة الكبرى على أنه كتب بلغة رياضية، والآخر نيوتن وكان يتطلع إلى صياغة الفلسفة الطبيعية صياغة رياضية.

كان نيوتن فعلاً هو الترجمة الرياضية والفيزيائية لـ «فلسفة الطبيعة» التي ظهرت لها صياغات أدبية مختلفة في القرن الثامن عشر. وقد ورد في خاتمة كتاب نيوتن، أي فيما يدعوه «المدرسي العام» عرض كامل يبين فيه أن وجود قوانين شاملة مكتملة تتحكم بالحركات الميكانيكية على سطح الأرض وبحركات النجوم والسيارات الخ، هو الدليل على وجود كائن أعلى يحكم الكون الخاضع لمجموعة هذه القوانين (أو لـ «قانون الإله» كما شاء البعض أن يسميها). وعملياً يمكن القول: إننا، من غاليليه (أو بدقة أكثر، ممن سبق غاليليه) إلى نيوتن، ننتقل من إله العصر الوسيط الروحاني الغامض إلى الإله المهندس الساعاتي الذي نجده عند نيوتن على الصعيد العلمي، والذي سنجده مثلاً بشكل أوضح عند فولتير الذي كان

تلميذاً لنيوتن. وأظن أنكم تعلمون عبارة هذا الفيلسوف «... أنا لا أدرك كيف وجدت هذه الميقاتية (أي الكون) من دون أن يكون لها ساعاتي». ويمكن القول إجمالاً، إن كتاب نيوتن هو التعبير الرياضي عن جملة فولتير هذه.



● لوحة من القرن السابع عشر الميلادي تجعل الشمس مركزا للكون، تدور حوله ـ ظاهريا الأرض ونجوم الزودياك: الشريط الذي تتحرك فيه الشمس والقمر وسائر الكواكب.

-٣-

المشكلة الفلسفية

حديث أجري مع جاك روجيه[1]، استاذ تاريخ العلوم في جامعة باريس-١ (بانتيون – سوربون)

إميل نويل: رأينا فيما سبق أن القرن الثامن عشر، كان قد أعطى صيغاً مختلفة لتلك «الفلسفة الطبيعية» التي ترجمها نيوتن ترجمة رياضية وفيزيائية. لذلك سنركز اهتمامنا أكثر ما نركزه على القرن التاسع عشر. ولكن قبل أن نرى كيف تخيل هذا القرن مفهومي المكان والزمان، علينا أن نعود إلى نيوتن لكي نحدد موقع المشكلة تماماً.

جاك روجيه: نعم، إن مفهومي المكان والزمان النيوتونيين، هما اللذان انتصرا فعلاً خلال القرن الثامن عشر، وقد ظلا سائدين، ولو نظرياً على الأقل، في الشطر الأعظم من القرن التاسع عشر. ولم يكن هذان المفهومان، هما الوحيدين (عن المكان والزمان) في العهد الذي طرحهما فيه نيوتن، بل كانا يصطدمان بتصورات مختلفة، كتصورات ليبنتز وهويجنز. ولكن مفهومي المكان المطلق والزمان المطلق، أو المكان الإقليدي ذي الأبعاد الثلاثة، والزمان الخطي المستمر، كانا عملياً، خلال القرن الثامن عشر، ولأسباب يرجع معظمها إلى نجاح الميكانيك النيوتوني، هما المقبولان لدى جميع الفيزيائيين وجميع العلماء، بل وجميع فلاسفة هذا القرن.

ولكن، ألم يكن هناك مع ذلك شكل من أشكال المعارضة؟

بلى. وكانت تقوم على الأمر التالي: فبدلاً من النظر إلى أن هناك مكاناً مطلقاً، كان بالإمكان النظر إلى المكان على أنه منظومة من العلاقات بين الأجسام. فمكان

(١) Jacques Roger.

نيوتن، هو مكان مطلق فارغ، أما مكان ليبنتز مثلاً فهو مكان بين أجسام موجودة. وفي حال عدم وجود أجسام تفقد فكرة المكان مضمونها.

هناك فيلسوف كان يكتب أيضاً في القرن الثامن عشر، ولكنه احتل مكانة بارزة في فكر القرن التاسع عشر الفلسفي هو «كانْط». فما موقف «كانْط» إذاً من الخلاف بين نيوتن وليبنتز؟

أنت على حق فيما ذكرته عن أن «كانْط» هو فيلسوف من القرن الثامن عشر. إذ جرت العادة على تصنيفه تلقائياً في القرن التاسع عشر، في حين أنه بدأ الكتابة في خمسينات القرن الثامن عشر. وكان في بداية كتاباته الأولى، حول هذه القضايا، قريباً جداً من موقف ليبنتز. ثم، لأسباب علمية وفيزيائية على ما يبدو، تبنى بعد فترة وجيزة، أي حوالي ١٧٦٥-١٧٧٠، آراء نيوتن. ولكن هذا كله كان يمثل وجه «كانْط» قبل النقدي[1]، أو هذا هو «كانْط» قبل ثورته الفكرية الكبرى. ولكنه عندما كتب أعماله النقدية الكبرى، ولا سيما «نقد **العقل المحض**»، أعاد النظر في هذه الفترة من حياته، في مسألة المكان والزمان. وكان ذلك بوجه خاص تحت تأثير التجريبيين الإنجليز: لوك وبركلي وهيوم. وكانت عودته إلى هذين المفهومين أصيلة وفريدة، إذ نظر إلى المكان والزمان على أنهما حدسان متساميان، وأنهما محض حدسين، وأنهما يشكلان مقولتين سابقتين للإحساس. وأن من الخطأ التأكيد أن فكرتنا (الأولية) عن المكان، وعن الزمان، تولد من التجربة. وأن ما يجب قوله هو أن فكرتنا عن المكان وفكرتنا عن الزمان هما الشكلان الضروريان والشرطان اللازمان لخبرتنا عن العالم. وفي هذه الحالة، لم يعد ممكناً لتجربة كائنة ما كانت، أن تؤكد أو تنفي وجود زمان مطلق، أو مكان مطلق لأن الزمان والمكان هما ذاتهما الشرطان لكل تجربة مهما كانت. وهذا كله لا يتفق إلا باليسير جداً مع فكر نيوتن. إنه انتزاع لصفة إمكان التحقق من المكان والزمان. أما فيما يتعلق بالفيزياء، فهو على عكس نيوتن، يعطي هاتين الفكرتين النيوتونيتين عن المكان وعن الزمان، قيمة مطلقة، هي – وأكرر القول- أبعد ما يكون عن متناول أي تجربة. فهذا التصور إذاً هو شكل من الفوق نيوتونية التي أعلنت بشكلها هذا في مطلع القرن التاسع عشر والتي ستواصل تأثيرها طيلة ذلك القرن.

---

(١) أي قبل كتابه (نقد العقل المحض).

هانحن الآن إذاً في فجر القرن التاسع عشر، حيث حضور المكان الإقليدي يهيمن على نطاق واسع، والى جانبه زمان خطي عكوس هو زمان المنظومة الآلية. ففي ذلك العهد، كان ينظر طبعاً إلى هذين المفهومين كلاً على حده. فعلينا أن ننتظر مطلع القرن العشرين حتى يُعاد ربط هاتين الفكرتين في مفهوم واحد. وعلى هذا سنسير الآن كما سار المفكرون في مطلع القرن التاسع عشر (ومن منطلقاتهم ذاتها)، وسننظر إلى هذين المفهومين كلاً على حده. ولكن بأيهما تظن أن من الأفضل أن نبدأ؟

أعتقد أنه ربما كان من الأفضل لوجهة حوارنا العام أن نبدأ بالزمن. فقد نرى عند نهاية حديثنا أن مسائل المكان هي التي خلقت للفيزيائيين في نهاية القرن التاسع عشر أكبر الصعوبات. وعلى هذا يمكننا البدء بالزمن. ثم إنه يصح القول إن المكان والزمان كانا متمايزين مفصولين، فهما كيانان لهما طبيعة مشتركة. ومما يلفت النظر في مسألة الزمان خلال الشطر الأعظم من القرن التاسع عشر، هو أنه كان مجهولاً جهلاً سافراً في الفيزياء تحديداً: وأعني بذلك، أنه لم يكن شيئاً آخر غير إطار فارغ للحوادث. والظواهر التي كانت تدرسها الفيزياء، كان ينظر إليها على أنها ظواهر عكوسة[1]. وهذا يعني أن المعادلات التي تستخدم لوصف المجريات الفيزيائية يمكن أن تقرأ في هذا الاتجاه أو في عكسه. وعلى كل حال، سارت الأمور على هذا المنوال خلال النصف الأول من القرن التاسع عشر. والذي بدأ فعلاً بإدخال البلبلة إلى الأذهان- وكان ذلك في أواسط القرن – هو الإعلان عن المبدأ الثاني في الترموديناميك. فبحسب هذا المبدأ كما تعلمون، حتى وإن كان هناك مصونية للطاقة، إلا أن هذا القول بأن كل أشكالها نبيلة، قول غير صحيح. إذ يمكن أن نحول طاقة ميكانيكية إلى حرارية، ولكن لو حققتم التجربة باتجاه معاكس، لفقدتم كمية من الطاقة الحرارية. وهذه الكمية، لا يمكن استردادها لإعادة خلق الحركة، فما أمامكم إذاً هو نوع من الانحطاط في الطاقة، أو خسارة في النظام لصالح الفوضى. فلديكم إذاً سهم غير عكوس للزمن. في بادئ الأمر، لم يكن المبدأ الثاني، بحسب قانون كارنو- كلاوزيوس، يطبَّق إلا على منظومات مادية مغلقة. وهذا ما سمح للفيزيائيين أن يتمهلوا في دراسة هذا الأمر. بالفعل، ليس

---

(١) عكوسية الظاهرة بمعنى أنها يمكن أن تتطور في اتجاه أو آخر في الزمن. أي كما لو أن الظاهرة يمكن أن تعود القهقرى في الزمن ويعود كل شيء إلى حاله كما كان. أو كأن الزمن لا ينتقل بالعالم من حال إلى حال بلا رجعة.

مؤكداً أن من الممكن النظر إلى الكون، الذي هو لا نهائي، على أنه مُغلق. وطالما لم تُسوَّ هذه المسألة، فيمكن إلى حدٍّ ما تجاهل المبدأ الثاني في الترموديناميك.

أليست هذه هي الفترة التي بدأ التاريخ يشهد فيها ظهور اللاعكوسية، أي بدأ يجابه تدخُّل أفكار من قبيل فكرة التطور وفكرة التقدم (أو الارتقاء)؟

أنت تثير بذلك قضية صعبة جداً. وهذه القضية هي إحدى القضايا المثيرة فعلاً بالنسبة للمؤرخين. فقد ثبت لهؤلاء وجود ترابط، مع أنهم غير قادرين دائماً على تفسيره. إن فكرة الارتقاء أقدم من فكرة ذلك النوع من الانحطاط الذي يعبِّر عنه في النتيجة بالمبدأ الثاني للترموديناميك. ولكن، والحق يُقال، إن فكرة التاريخ اللاعكوس، وُلدت من فكرة الارتقاء منذ القرن الثامن عشر، فمن باب أولى في القرن التاسع عشر. ونعني هنا التاريخ بشكليه الطبيعي والبشري، لأن كلاً منهما ينفع نموذجاً للآخر، وتبادل التأثير بينهما، يجري في الاتجاهين. ومما لا ريب فيه أن قوانين تطور الكائن الحي، كانت قد صيغت من قبل لامارك في بادئ الأمر في هذه الفترة، وبكل دقة، حتى إن التطور بدا أمراً لا مفرَّ منه. وهذا ما قاله سبنسر فيما بعد بكل وضوح. وكان المقصود بالتطور، هو وجود تقدُّم محتَّم، أو قانون الارتقاء، أي قانون يرافق النمو، والنمو نفسه يتبع خط الزمن. والزمن، قطعاً لا مفرّ منه، لا عكوس، يدفع دائماً إلى التقدُّم.

لا ننسَ أن ظهور *أصل الأنواع* كان في عام ١٩٥٨.

نعم. وقد أثار هذا الكتاب فضيحة، وهي، كما نعلم، فضيحة تقوم على الأمر التالي: لقد أكد داروين في نهاية الأمر- وإن لم يقل ذلك صراحة- الأصل الحيواني للإنسان، إضافة إلى المبدأ الكبير لتطور الأنواع العام. ولكن هذه الفضيحة أخفت، لفترة من الزمن، أمراً كان في الفكر الدارويني أكثر جرأة وأصالة بكثير من كل ما سبق، وهو رفضه في نهاية الأمر لهذا التاريخ ولهذا الارتقاء الحتمي. فكثيراً ما خلط الكتاب بين داروين وسبنسر، وبخاصة في عهده، ولم يروا أن التاريخ الذي شرع داروين في البرهان على آلياته اعتماداً على نظام التغيُّرات[1] والاصطفاء الطبيعي، هو تاريخ لم يعد خاضعاً (كما الأمر عند لامارك وسبنسر) لقانون عام

---

(١) لم يقل داروين طبعاً بالطفرات لأن هذه الفكرة حديثة العهد ولكنه قاربها، كما أن الصراع من أجل البقاء يترك محلاً للمصادفة.

وملزم. إذ إن تاريخ داروين لم يعد تاريخ الارتقاء المحتَّم، إنه تاريخ عشوائي، تحدث فيه، في كل لحظة، الحوادث التي كان من الممكن ألا تحدث. حقاً إن التطور وصل في نهاية الأمر إلى الإنسان، ولكن هذه النتيجة، إذا ما قبلنا بنظرية داروين، لم تكن إطلاقاً مؤكَّدة وحتمية. ولم يشعر أحد بهذه الثورة، بكل أبعادها، إلا في القرن العشرين. وعندئذٍ تعرَّفنا على أصالة داروين في هذه الفكرة.

خلاصة القول، يمكن أن نلاحظ، دون أن نكون مؤرِّخين، أن بعض الأفكار الأصيلة تمرُّ أحياناً عبر فروع المعرفة المختلفة في وقت واحد تقريباً، أو بفارق زمني قد يبلغ بضع عشرات من السنين. من ذلك مثلاً فكرة لا عكوسية الزمن التي تحدثت عنها. ترى، ألم يحدث شيء مشابه لفكرة الزمن المطلق: كأن يظهر نوع من المعارضة لهذا المفهوم؟ ألم يوجد في القرن التاسع عشر فكر بعيد عن هذا المعنى المطلق بحيث يكون تصوره للزمن «مضاداً للقياس» إن صحَّ التعبير.

أجل، أظنُّ أنك تلمح للحركات التي ظهرت في نهاية القرن الماضي، ولا سيما عند برغسون؟ بالفعل، فهنا نجدنا مرة أخرى أمام تلك الظواهر العقلية الهائلة التي يصعب علينا قياسها أو وصفها بكل تعقيدها الاجتماعي (في ذهن الإنسان). لأن نهاية القرن التاسع عشر ستكون، كما سيذكرون لك ذلك في الأحاديث القادمة، فترة أكبر انقلاب في فكرتي المكان والزمان بالتحديد. وسنتحدث قليلاً بعد هنيهة عن هذا الانقلاب. وهذه الفترة هي أيضاً فترة ثورة ضد مفهوم علمي مقاس، أو ما عدَّ مسافة (أو قياسا) للزمن وللتجربة الإنسانية عامة، وحتى لظواهر الطبيعة. فبرغسون حين وضع في مقابل الزمن الذي تقيسه الميقاتية (أي الزمن القابل للقياس) الفترة (أو الديمومة) التي هي، عند الكائن الحي أو في الوعي، غير قابلة للقياس بتاتاً، ولها قيمة فريدة وأصيلة كل الأصالة، وقدرة على الإبداع، برغسون هذا، ساهم- حتى وإن لم يكن هذا هدفه المقصود الواعي- في تهديم فكرة الزمن النيوتوني التقليدية.

الواقع إن برغسون بمفهومه للفترة (الديمومة) وبواسطة تعبير يأخذ بالجانب النفسي، أدخل الوعي الذاتي أو الشعور (النفسي) بالزمن (أو وعي الزمن بالاستبطان). فهو يعرض بذلك التصوُّرات أو الآراء التي كانت قد أضحت مذ ذاك كلاسيكية. وبما أننا سنتطرق الآن إلى المكان، فأول سؤال يحضرنا، هو: هل أفرز القرن التاسع عشر اعتراضاً مماثلاً على المكان الإقليدي المطلق؟

لا شك أن الفرصة قد واتته ليحس بذلك بطريقة مختلفة. ولكن المماراة المنهجية بالمكان الإقليدي، أي المكان النيوتوني، أي بمكان إقليدي فيزيائي ذي ثلاثة أبعاد، هذه المماراة، صيغت بطريقة عقلانية صرفة، وفي بادئ الأمر من قبل الرياضيين أنفسهم. وكانت القضية في هذا المجال قضية هندسة. فلا هي قضية فيزياء، ولا هي قضية مكان فعلي. بل كل ما في الأمر أنهم بحثوا إمكان بناء هندسات لا إقليدية ذات منطلق لا يقل جدية ومتانة عن منطلق الهندسة الإقليدية. وهذه أفكار وتصورات نجد أن «غوص» كان قد أعرب عنها في الأعوام ١٨٢٠ وما بعده. ثم أعلنها واضحة لوباتشوفسكي في الثلاثينات من القرن التاسع عشر. ومن الواضح أن غوص ولوباتشوفسكي واتتهما الفكرة فوراً في أن يطرحا على نفسيهما السؤال التالي: «هل الكون الفيزيائي إقليدي أم غير إقليدي؟». لقد حاولا القيام بتجارب، ولكن هذه التجارب لم تفلح في إظهار مكان منحنٍ. وقد خلصا من ذلك- وكان هذا ولا شك تسرُّعاً منهما- إلى أن هذه الأمكنةَ اللاإقليدية ممكنة هندسياً. أما المكان من الناحية الفيزيائية، أي المكان الحقيقي الفعلي، فهو إقليدي[1]. هناك شخص لم يقتنع بهذا القول، وهو ريمان، فبعد مدة وجيزة من هذه التساؤلات، أي في الأعوام ١٨٥٠، عاد ريمان إلى إمكانات بناء هندسة لا إقليدية، ورأى في هذه الإمكانات، وبوضوح كافٍ، نتائجها الفيزيائية. ولكن أفكار ريمان، رُفضت بشدة من قبل فيزيائيي عصرهِ (ما عدا عدداً قليلاً منهم)، وذلك بسبب تأثير كانْط بوجه خاص. لقد هوجم ريمان لأنه عارض آراء كانْط. فالقضية إذاً بقيت معلَّقة، ولكنها أضحت

---

(١) لقد وضع أينشتين هذه المشكلة في موضعها الصحيح حين قال: إن السؤال عن المكان الفيزيائي أهو إقليدي أم لا إقليدي؟ يتوقف أولاً على نوع إجابتنا عن السؤال التالي: هل الكائن الهندسي تمثله الأجسام الفيزيائية فعلاً فيما لو أننا راعينا طبعاً أصولاً حول درجة الحرارة والتوتر الميكانيكي. مثلاً هل نعتبر شعاع الضوء مستقيماً؟ إذا أجبنا عن هذا السؤال بالإيجاب، وهذا ما فعله أينشتين، عندئذٍ يكون للسؤال معنى. وقد وجد أينشتين أن هندسة المكان- الزمان ريمانيه. بينما كان نيوتن يعتبرها إقليدية. ولكن الرياضيين من أمثال بوانكاريه لم يأخذوا بهذا الرأي. واعتبروا أن الأجسام الفيزيائية لا تمثل كائنات رياضية. ولذلك قالوا إن السؤال عن هندسة المكان الفيزيائي لا معنى له. وإن الهندسة التي نطبقها هي الهندسة التي نراها أسهل لنا. وعلى هذا فإن شعاع الضوء الذي ينحني قرب كتلة كبيرة، يمثل في نظر أنشتين مستقيماً ريمانياً نتيجة لانحناء المكان. بينما يقول بوانكاريه هذه مسألة فيزيائية والمكان لا شكل له.

منذ ذاك موجودة، مطروحة. وحتى عام ١٨٩٠ أو ١٩٠٠ كانوا يعرفون أن القضية موجودة. وفي هذا الوقت عرفوا كيف يتذكرونها.

> وقد نشب، في الفترة نفسها حوارٌ ضارٍ، ربما كان أشد ضراوة من الحوار حول هندسة الكون. وأعني بذلك، الصدام الذي راح يحتدم ويتطور حول فكرة الأثير.

نعم، إن المكان النيوتوني ليس مرتبطاً فحسب بالميكانيك النيوتوني، بل هو مرتبط أيضاً بالنظرية النيوتونية في الضوء. فأنت تعلم أن الكون بالنسبة إلى ديكارت مليء، وأن الضوء ينتقل فوراً (آنياً) من الشمس إلى الأرض. أما بالنسبة إلى نيوتن، فإن الضوء على عكس ذلك، إنه قذيفة من الجسيمات التي تأتي من الشمس إلى الأرض. وعندما اكتشف رومر عام ١٦٥٧ أن للضوء سرعة منتهية، وليست غير منتهية كما ظن ديكارت، اعتمد نيوتن على هذه التجربة لكي يكون هذا الرأي عن الضوء أي ليقدم نظرية تدعى جسيمية. وكانت هذه النظرية مقبولة بوجه عام خلال القرن الثامن عشر[1]. ثم قدمت في مطلع القرن التاسع عشر، نظرية للضوء، اهتزازية موجيَّة مدعمة بكل أسلحتها. وكان ذلك على يد علماء من أمثال توماس يونغ وإيتيين مالوس، ولا سيما أوغوسطين فرينيل. ذلك أن هناك عدداً من الظواهر التي لم يكن ممكناً تفسيرها إلا بنظرية موجيَّة للضوء. ولكن، إذا كان ثمة أمواج ضوئية، واهتزازات، فلا بد من وجود شيء يهتز لكي ينقل هذه الاهتزازات، وهذا الشيء هو الأثير. وعندما نقول ذلك، فإنما نعني أن المكان ملء بالأثير. وحين عرضت فيما بعد مسألة الأمواج الكهرطيسية منذ اكتشافها من قبل أورستيد وفرداي حتى ماكسويل، أصبح لدينا من جديد أمواج، أي اهتزازات تنتقل عبر المكان. فكان لابد أيضاً، وللمرة الثانية، من وجود شيء يهتز. فنظرية الضوء ليست وحدها إذاً تتطلب وجود الأثير، بل نظرية الأمواج الكهرطيسية أيضاً. وكان من الطبيعي أن يفترض، تسهيلاً للأمر، أن هذا الأثير نفسه، هو الذي ينقل الضوء والأمواج الكهرطيسية معاً.

---

(١) على الرغم من أن نيوتن كان يعد الضوء في الأساس هو إصدار جسيمات إلا إنه لم يستبعد الاهتزازات كلياً من نظريته. كما أن ملاحظة ظواهر أخرى كالجاذبية ومقارنتها بتقلص العضلات، قادته إلى افتراض وجود «وسط» أو «روح أثيرية». غير أن هذا الأثير لا يلعب أكثر من دور ثانوي وعرضي في فكره. ولا صلة له بتصوره للمكان المطلق. (المؤلف).

طبعاً، لقد شهدت تلك الفترة العديد من التجارب حول هذا الموضوع. وقد أجريت تجارب على الأمواج، وأجريت تجارب على الضوء. إن مسألة وجود الأثير أو عدم وجوده، أي معرفة أن الحامل أمر لازم أو غير لازم، هي مسألة ترتبط بالنظرية. ولكن هل أجريت تجارب حول هذا الحامل ذاتها؟

هذا أمر مفروغ منه، إن النظريات الموجيَّة التي جعلت فرضية الأثير لازمة، كانت مبنية على تجارب في غاية القوة الجدية، حتى إنها جعلت هذه التأويلات الموجيَّة أمراً لا مفرَّ منه. إلا أن علينا أن نذكر في النهاية، أن فكرة الأثير، أي ذلك الوسط الذي ينقل الاهتزازات، كانت غامضة إلى حدٍّ بعيد. لأن الحقائق كانت تقتضي من هذا الأثير خصائص متناقضة بشكل سافر. إذ كان يفترض فيه مثلاً أنه قادر على نقل اهتزازات الضوء (العرضانية)، مما يتطلب منه أن يكون ذا كثافة أكبر بما لا يُقاس من كثافة الفولاذ. ويفترض فيه، في الوقت نفسه، أن يكون شفَّافاً، وأنه يمكن للأرض وللسيارات الأخرى أن تتجول فيه دون أن تصادف مقاومة على الإطلاق. فلديك إذاً نوع من التناقض الصميم. ولكن لم تكن هناك إمكانية للخروج من هذا التناقض، لا سيما أن تجارب أُجريت فعلاً لمحاولة تفسير بعض الظواهر الضوئية. ونخص بالذكر منها سلسلة التجارب التي قام بها فيزو عام ١٨٥١ ليتحقق فرضيات فرينيل حول نوع من تراكم الأثير في الأوساط الكاسرة. لأن هذا الوسط يفترض أن تكون كثافة أثيره أكبر من كثافة الأثير العادي. وكان فرينيل قد أجرى بعض الحسابات التي بدا أن تجارب فيزو تؤكدها. وأخيراً ظهرت الرغبة في معرفة سرعة الأرض بالنسبة للأثير الذي افترض أنه ساكن ويشكل نقطة ثابتة يمكن أن تُقاس سرعة الأرض بالنسبة لها. بالفعل، إذا قيست سرعة الضوء الذي ينقله الأثير عند تقدمه نحو المنبع الضوئي بسرعة الأرض نفسها حول الشمس، ثم قيست سرعة الضوء في اتجاه عمودي على خط مماس لمسار الأرض، عندئذٍ يجب أن نحصل عل قياسين مختلفين. وهذه التجربة، هي تلك التجربة العظيمة التي تُدعى تجربة مايكلسون ومورلي. وقد أُجريت عام ١٨٨٧، وبرهنت حينذاك، أمام دهشة الفيزيائيين، أن سرعة الضوء هي نفسها في جميع الاتجاهات. بمعنى أنه من المستحيل إطلاقاً تعيين حركة الأرض بالنسبة للأثير.

في تقديري، أن تجربة من هذا النوع، تعطي نتائج بمثل هذه الغرابة، لابد أن تكون قد أُعيدت للتأكد من صحتها.

لا أعرف كم مرة أُعيدت تجارب هامة حول هذا الموضوع. ولكن أظنُّ أن هذا العدد يحطِّم كل الأرقام القياسية.. طبعاً، إن هذه التجربة معقدة جداً. وقد أعادها مايكلسون ومورلي عدة مرات... إذ أعادوها تحت الأرض، وأعادوها فوق هضبة، ثم قُدر أنها يجب أن تُجرى في أماكن أعلى، وهكذا أُجريت على قمة جبل ويلسون، أي على ارتفاع ١٨٠٠ متر عام ١٩٢١ وعام ١٩٢٥. ثم أعيد إجراؤها بعد فترة من الزمن بين عامي ١٩٢٦ و ١٩٢٨، وفي بالون طليق على ارتفاع ٢٥٠٠ متر، وكان بيكار هو الذي اهتم بهذا الأمر. كما أُجريت التجربة، وبأكثر الطرق دقة. وأظنُّ أن آخر التحقُّقات كان عام ١٩٥٨. وقد تبين في الختام أنه كلما كانت التجهيزات التقنية وظروف التجربة أكثر ارتفاعاً، وأكثر عمقاً ودقة، كانت النتائج أكثر سلبية.

لكن الآن، وبعد كل هذا، قل لي، إن فكرة الأثير أصبحت مربكة، فلأي شيء ينفعنا إذاً هذا الأثير؟

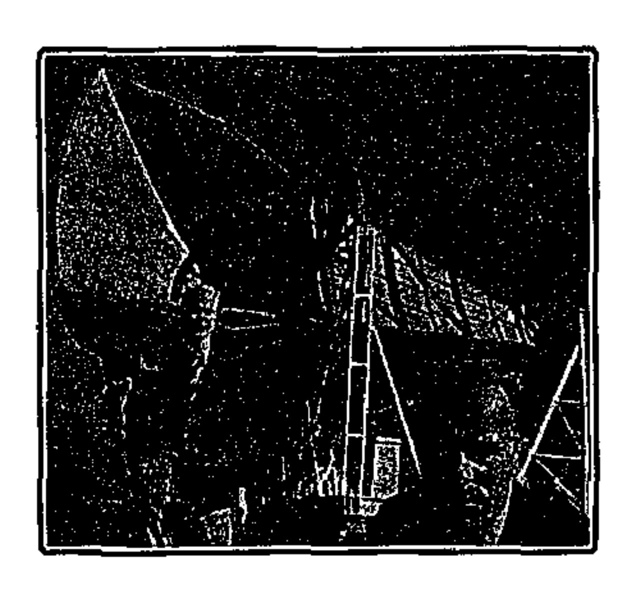
لا بأس، هذا ما نريده، إن هذا «الأثير» مربك لدرجة أن الفيزيائيين لا يستطيعون الاحتفاظ به إلا إذا جردوه عملياً من جميع خواصه الميكانيكية. وهذا ما فعله الفيزيائي لورنتز في جملة ما فعله. ولكن الأثير، بعد أن لم تعد له خواص ميكانيكية على الإطلاق فقد أصبحت مسألة وجوده نفسها مطروحة. وقد طُرحت هذه المسألة فعلاً بعد حين من قبل أينشتين، وكانت نتيجة الحل عام ١٩٠٥ سلبية. وهكذا انتهت مهمة الأثير التي دامت أكثر من قرنين.

وفي هذه المذكرة نفسها التي رفعها إينشتين تأكد مفهوم المكان حسب تصور ريمان[1].

---

(١) الحقيقة إن مشكلة المكان الإقليدي الذي اعتمده نيوتن، طرحت فعلاً عام ١٩٠٥، ولكن حين لاحظ مينكوفسكي أن من الممكن اعتبار رباعي الأبعاد (ثلاثة للمكان وواحد للزمان)، أُعيد نوع من الاعتبار إلى الهندسة الإقليدية. ولكن تصور ريمان للمكان (أو هندسات ريمان) لم تستخدم جدياً إلا عند محاولة تعميم مبدأ النسبية، أي بين الأعوام ١٩١٢ و ١٩١٧. وكان ذلك لهدفين أولاً أن فكرة التعميم ذاتها مطلوبة ومرغوبة. ثم (وهذه نقطة هامة) هناك مشاكل أثارتها النسبية الخاصة، ولا سيما مسألة القرص الدوار، وهذا ما يلمح إليه عَرضاً الفصل بعد القادم (من أجل القرص الدوار، راجع كتاب «علماء واكتشافات» الفصل الخاص بأينشتين، منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي في سورية).

فعلاً. ففي مذكرة أينشتين للعام ١٩٠٥، وهي تشكل طبعاً، مرحلة رئيسية في تطور الفكر الفيزيائي الأوروبي، نجد أمامنا مشكلة هندسة الفضاءات اللا إقليدية. وخلاصة القول: إن هذه المذكرة لم تكن تشكل فحسب تدميراً للأفكار النيوتونية عن المكان والزمان، بل أنها، إن لم تكن تدميراً، فلا أقل من أنها تجاوُز للميكانيك وللفيزياء النيوتونيتين.



● بواسطة هذه (الأذن العملاقة) سمع ويلسون وبنزياس صدى الانفجار الأزلي، الذي يمثل واحدة من أقوى دعائم وجود بداية للكون.



يمثل غاموف في هذه الصورة التي أوردها في كتابه (*السيد تومبكنز في بلاد العجائب*) مفعول النسبية الأينشتينية في عالم خيالي، حيث السرعة الحدية (أي سرعة الضوء) أصغر بكثير مما هي عليه في عالمنا. وفي هذه الصورة يظهر ((تقلص الأطوال)). وقد لزمنا أكثر من نصف قرن لكي نتحقق أن الملاحظة العينية ستعطي نتيجة مختلفة بشكل كاف: إن الأشياء المتحركة بسرعة تداني سرعة الضوء لا تعاني، كما يبدو، تقلصاً، إذا راعينا مفعول نسبية أينشتين من كل جوانبه، وإنما تعاني مجرد دوران.



-٤-

بنية المكان - الزمان (النسبيتان)

حوار مع جان – مارك ليفي – لوبلون[1]، استاذ في جامعة نيس (مخبر الفيزياء النظرية)

إميل نويل: هاقد وصلنا معك إلى النسبية أي إلى طريقة هي على الأقل في التصور العام الشائع، طريقة لخلط مفهومي المكان والزمان. ولكن هل حقاً أن هذين المفهومين: المكان والزمان، قد أصبحا على يد أينشتين ونسبيته الخاصة، متّحدين لأول مرة؟

جان– مارك ليفي– لوبلون: إذا طرحت هذا السؤال على الفيزيائي، كان عليه أن يجيبك بأن هذه ليست أول مرة. ولكن لحظة خلط المكان والزمان صارت بالنسبة للفيزيائي لحظة مباركة! إذ إن ما أورده أينشتين في ما يسمى «النسبية الخاصة» – وربما سنعود بعد فترة وجيزة إلى مسألة التسميات الشائعة هذه – ليس كشفه المفاجئ عن أن المكان والزمان، كل منهما على علاقة بالآخر، بل إن ما أورده هو أكثر دقة ورهافة، وهو أن طريقة ترابط المكان والزمان ليست هي الطريقة التي كنا نظنها، بل إن المكان والزمان شريكان لا ينفصلان. والفيزياء تعرف ذلك منذ زمن بعيد. ونحن جميعاً نعرف ذلك بصورة مجملة غير واضحة منذ أن أصبحت الفيزياء فيزياءً كما نعرفها الآن بشكلها الحديث، أي منذ غاليليه. فمنذ غاليليه، تعرف الفيزياء تقريباً كيف يعبر عن الحركة، وكيف توصف، وكيف تؤثر في مظهر الأشياء. ففي تصور الفيزياء الكلاسيكية أصلاً، يختلط الزمان، بشكل ما، بالمكان. والزمان يختلط بالمكان لسبب بسيط، هو الحركة. إن المسافة بين حادثين، أو المسافة المكانية بين هذين الحادثين تتوقف على وجهة نظرك إلى العالم، وتتوقف

---

(1) Jean- Marc Levy- Leblond.

أكثر ما تتوقف على حالتك الحركية. ولآخذ على ذلك مثالاً مألوفاً، تصور أنك ركبت في قطار، وأنك، في لحظة معينة قد نمت، ثم فيما بعد أفقت. بالنسبة لك أنت، الذي كنت راكباً في القطار، كانت يقظتك كنومك في المكان نفسه، فالمسافة بين هذين الحادثين إذاً هي صفر. بالمقابل، سيكون من الواضح بالنسبة لعامل يصلح السكة، أن هذين الحادثين لم يحدثا في المكان نفسه. فالزمان الذي جرى إذاً بين هذين الحادثين، عدل المسافة بينهما بالنسبة لبعض المراقبين. وهكذا ترى أنه حتى في المفهوم التقليدي جداً للفيزياء، تتوقف المسافة بين حادثين على الزمن الذي انقضى بينهما.

هذا مؤكد. فنحن جميعاً نعرف من تجربتنا اليومية أن السير مسافة ما يحتاج إلى زمن، وأن الزمن مرتبط بالسرعة، فكلما سرت من نقطة إلى أخرى، بسرعة أكبر، أستغرق وقتاً أقل. ولكن هل نستطيع النظر إلى هذا التشابك بطريقة نظرية أكثر، أو كيف نرفعه إلى مستوى المفاهيم المجردة.

نصل إلى ذلك في صميم المعني من نظرية نسبية نتخذها. وأقول نظرية، لأن هناك نظريات نسبية، لا واحدة. ففي التجربة التي وصفناها لتوِّنا، أي النوم في قطار، أوردت وجهتي نظر مختلفتين، إحداهما كانت وجهة نظر المسافر في القطار، أي ذاك الذي جرى الحادثان بالنسبة له في المكان نفسه، وفي لحظتين مختلفتين، والأخرى هي وجهة نظر العامل خارج القطار، الذي لم يجر الحادثان بالنسبة له في المكان نفسه. إن النقطة الجوهرية، هي أنه طالما كان القطار يسير بسرعة ثابتة (وما سنقوله لا يصح إلا ضمن هذا الشرط)، فلا أفضلية لوجهة نظر من هاتين على الأخرى. أو إن وجهتي النظر هاتين، متكافئتان كلياً. وهنا قد وصلنا إلى الفيزياء النظرية، ونجد أنفسنا في ما وراء الحدس المشترك الشائع. ولكي نفهم معنى قولنا «متكافئتان»، نفرض أن هذين الرجلين، المسافر والعامل، أخذا على عاتقهما وصف الظواهر الفيزيائية، وليكن سقوط الأجسام مثلاً. وأنهما توصلا إلى قوانين فيزيائية ... والآن، صحيح أن الحوادث لن تبدو بمظهر واحد للرجلين. فالجسم الذي يسقط عمودياً في القطار، سيكون مساره بالنسبة للعامل منحنياً، لأن الجسم يتقدم مع القطار في أثناء سقوطه، لكن العامل والمسافر سيحصلان على القانون الفيزيائي ذاته: الثقالة تحدد تسارع الجسم في أثناء سقوطه. وهذه هي النقطة الجوهرية: إن قانون نيوتن الكلاسيكي لسقوط الأجسام سيكون هو ذاته بالنسبة للرجلين- أو بقول آخر: توجد أوضاع، تكون وجهات النظر فيها عن

العالم مختلفة، كوجهة نظر ذاك الذي في القطار، ووجهة نظر ذاك الآخر الواقف خارجه، ومع ذلك تؤدي وجهتي النظر هاتين إلى القانون الفيزيائي ذاته.

وهنا يعبر الفيزيائي عن هذا التكافؤ بقوله: إن القوانين الفيزيائية «لا تتغير» بعدد من التحويلات - ومن هذه التحويلات مثلاً، تلك التي تنقلنا من وضع المسافر في القطار المتحرك (بحركة منتظمة) إلى وضع العامل الواقف على خط السكة، وعلينا أن نميز هنا بين قيم المقادير الفيزيائية- التي تتغير في تحويل كهذا- وبين العلاقات التي تربط هذه المقادير (أو بعبارة أوضح: القوانين الفيزيائية) التي لا تتغير. ومطلب الصمود هذا، (أو عدم تغيير القوانين)، بالنسبة لبعض التحويلات، هو مطلب غاية في القوة والصرامة، إنه يفرض التزامات صارمة على قوانين الطبيعة. إذ إن معظم القوانين، أي العلاقات بين المقادير الفيزيائية، التي يمكن أن نتخيلها مسبقاً (قبل التجربة)، هي قوانين ليست صامدة (بل متغيرة). فافتراضنا أن هناك صموداً إزاء بعض التحويلات هو افتراض قاسٍ جداً، ملزم، يحدد لنا القوانين التي يمكن قبولها. وأضيف إلى ذلك فوراً- وربما كان هذا هو ما يجب أن يهمنا الآن - هو أن هذا الصمود مقصور (ضيق النطاق) بمعنى أنه لا يسري على جميع التحويلات.

هل تعني الصمود أم التكافؤ؟ ثم، لماذا تدعو ذلك «نسبية»؟

وما الفرق. إن صمود قوانين الفيزياء عند تغير وجهة النظر، هو بالضبط ما نعبر عنه بقولنا تكافؤ وجهات النظر.

ثم، إذا كنا نستعمل عبارة «نسبية»، فذلك اعتماداً على تأكدنا أن تكافؤ بعض وجهات النظر يؤدي إلى صمود قوانين الفيزياء: - ولكن ليس صمود المقادير الفيزيائية، بل بالعكس، إن صمود القوانين الفيزيائية يؤدي إلى شكل من نسبية المقادير الفيزيائية. فهذه المقادير هي التي تتوقف على وجهة النظر. لنعد إلى مثالنا عن المسافة بين الحادثين: «نوم» المسافر و«يقظته»: إن هذه المسافة نسبية- نسبة إلى أي شيء؟ إلى وجهة النظر- لأنها بالنسبة إلى هذا الرجل (النائم) ليست هي ذاتها بالنسبة إلى الآخر (العامل). وتأكيد التكافؤ بين بعض وجهات النظر هو مبدأ النسبية. فنحن الآن بحاجة إلى نظرية تُفصِّل وتوضح هذا المبدأ، أي إلى نظرية توضح العلاقات بين هذه القيم النسبية لمختلف المقادير، وذلك عندما نوازن بين وجهتي نظر متكافئتين، أو يلزمنا نظرية تقول لنا: إن المسافة التي قاسها أحد المراقبين، ترتبط بهذا النمط من التحويل، بالمسافة التي

قاسها الآخر. هذا إذا كانت سرعة لقطار كذا كيلومتراً في الساعة. فقولنا: نظرية نسبية، يعني نظرية توضح العلاقات بين المقادير النسْبية.

لنعد إلى نقطة هامة، هي أنه يوجد نسبية، أي يوجد تكافؤ بين بعض وجهات النظر. ولكن ليس بينها كلها حتماً. قلت منذ قليل، إن سير القطار بسرعة ثابتة في المثال الذي عرضناه، هو شيء أساسي، بمعنى أنه لا تكافؤ بين وجهتي نظر المسافر والعامل إلا إذا سار القطار بسرعة ثابتة. والدليل على ذلك، هو أنه، إذا أسدل المسافر ستائر عربته، وكان القطار يسير بسرعة ثابتة قطعاً، ولم تكن هناك أسباب لارتجاج العجلات على السكة، فلن يشعر هذا المسافر أنه يتحرك. وهذا، هو الدليل الحسي على أن وجهة نظره لا تختلف عن وجهة العامل الواقف على السكة. وهكذا نصل إلى تعبير غاليليه القديم «كأن الحركة لا شيء»، (والمقصود طبعاً، الحركة المنتظمة ذات السرعة الثابتة) إن المنظومة المغلقة، لا يوجد في داخلها أي أثر من آثار حالتها الحركية المنتظمة بالنسبة إلى منظومة أخرى. ولكن بالمقابل، إذا تسارعت المنظومة، عندئذٍ تنجم آثار حقيقية فعلاً، ذلك أن المسافر، سيتلقى حقيبته برأسه فيما لو تسارع القطار أو تباطأ. وهذا أمر نعرفه جميعاً من تجاربنا. فالتكافؤ الذي تحدثنا عنه، بين وجهات النظر، يسري إذاً على صنف من وجهات النظر وليس عليها جميعاً). ولذلك كانت نظرية النسبية هذه نظرية خاصة. أما الكل (كل وجهات النظر)، فليست متكافئة في العالم، ونوعية التكافؤات هذه، هي بالضبط الشيء المهم كله في النظرية.

ألهذا وصفت بأنها خاصة، أم لأسباب أخرى؟

لنسوِ الآن إذا شئتَ، مسألة الاصطلاح هذه. لأننا، في الحقيقة، قدمنا هذا الأمر قليلاً عن موعده. ولكن يحسن بنا أن ننهيه الآن حالاً. إننا نصف هذه النظرية بأنها «خاصة»، مقابل النظرية التي قدمها أينشتين فيما بعد، عام ١٩١٨، والتي دعاها، ولا زلنا ندعوها غالباً، «النسبية العامة». ولكن هذه النظرية العامة، في حقيقة الأمر، هي أساساً، نظرية في الجاذبية تدعو بعض مظاهرها الهندسية إلى الظن بأنها نظرية تُرى فيها كل وجهات النظر فعلاً متكافئة. وللحق أقول، إن الموضوع أكثر غنى وأكثر عمقاً. وأعتقد أنها ستكون موضوعاً لحديث مقبل مخصص لهذه المسألة. ولكن لنقل إن هذه مصطلحات قد تخطاها الزمن الآن على ما يبدو. لأن الفيزيائيين لا يميلون في الوقت الراهن إلى الكلام عن«نسبية عامة»،

بل عن «نظرية الجاذبية النسبوية»، وإلى عدم الحديث عن نسبية خاصة، بل عن «نسبية أينشتين» تمييزاً لها عن «نسبية غاليلية».

لا بأس. لنستغل هذه الفرصة. لقد سبق أن قلت، إن هذا التصور للنسبية، يعود أساساً، إلى غاليليه. بالفعل، لقد جرت مناقشات عديدة في عصر غاليليه لمعرفة هل سقط الحجر المتروك من أعلى سارية مركب متحرك عند موقع السارية؟ لكن، في النهاية، لا بد من وجود فرق بين غاليليه وأينشتين؟

طبعاً، هذا مؤكد، توجد فروق. ولكن النقطة التي أعتقد أننا لن نشدّد عليها، هي أن هذه الفروق بين أينشتين وغاليليه- وهذان الإسمان أخذا على سبيل الرمز لا أكثر- هذه الفروق هي أقل بما لا يحد من الفرق بين غاليليه وأرسطو- وأرسطو هنا، أخذ على أنه يمثل النظريات القائمة على الحس المشترك، الفطري. وبالنسبة للحدس الشائع، يبدو ما قاله غاليليه مرفوضاً. ذلك، طبعاً، أن القول بتكافؤ وجهة نظر المسافر بالقطار مع وجهة نظر العامل، هو، بالنسبة للممارسة اليومية، قول خطأ وضوحاً، وأعني بذلك أنه لا بد من القيام بجهد تجريدي مرموق، وافتراض أن التجربة تتم في شروط خاصة جداً (ومثالية)، ولا بد كذلك من عرض بعض المسائل الخاصة المحددة جداً لكي نفهم ما يعني هذا القول[1]. وهذا (أصلاً) كل الفرق بين نظرية فيزيائية، بكل شروطها المحددة الضيقة، ومفاهيمها المجردة والمعدة بإتقان فائق، وبين الحس المشترك الشائع، (المرسل على البديهة). والحقيقة أننا، في الممارسة اليومية، ليس بيننا من هو غاليليه، والفيزيائيون ليسوا أحسن حالاً (ولا يشذون عن هذه القاعدة). بل نحن جميعاً أرسطيون في الممارسة اليومية- إذ نعلم أننا عندما نقذف شيئاً ما، لن يستمر في الحركة، بل ينتهي أمره إلى الوقوف. وهذا نقيض «مبدأ العطالة» عند غاليليه، قد نتساءل لماذا؟ لأن مبدأ غاليليه صحيح في الحالة المثالية جداً، أي فيما لو وضعنا جميع العوامل في حالة

(١) في الممارسة المألوفة، نجد أن الأشياء التي تُفلت من يدنا أو التي نقذفها في القطار تتأرجح ولا تسير وفق ما ألفناه على الأرض. لذلك لابد من تخيُّل حالة مثالية جداً لكي تصدق مقولة غاليليه. كأن نفترض طفلين في غرفة داخل مركب يسير في عرض البحر بانسياب ودون ارتجاج إطلاقاً أو تسارع. وإن الطفلين أخذا يمارسان لعبة الكرة داخل الغرفة. عندئذ يتصرف الطفلان وكأن المركب ساكن، وينسيان حركته نهائياً، إذ سيجدان أن لا شيء تبدَّل عما ألفاه على الأرض من سقوط الكرة أو رميها في اتجاه معين الخ.

مثالية جردها عقلنا. هذا ما لا يمكن تحقيقه في الحياة. ونحن لا نضع أنفسنا (ولا نفكر) عن سابق تصميم في ظروف تصل إلى هذا المستوى من المثالية والتجريد إلا حين نمارس الفيزياء. ففي مبدأ النسبية إذاً (وألح بقوة على هذه النقطة، إذ أعتقد أنها في غاية الأهمية) صعوبات تجريدية عالية جداً، وأعني بذلك صعوبات مفاهيم الفيزياء بالنسبة إلى الخبرة اليومية. إذ ما أن ننتقل إلى عالم غاليليه (أي إلى منظومة تتحرك حركةً مستقيمة منتظمة)، حتى تبدو لنا الأشياء بغير صورتها. إن هذا العالم الغاليلي مبني على نظرية معينة. ولكن هذه النظرية ستقف في القرن التاسع عشر عند حدود. إذ سيتبينون أن العالم ليس بالبساطة التي كان يبدو فيها. والذي سيحل هذه الصعوبات هو أينشتين. وكان اقتراحه أن يحتفظ للنظرية السابقة، أي للنظرية الكلاسيكية، بنصها العام أي النص الذي يدعى اليوم مبدأ النسبية، ونعني به المبدأ القائل: توجد في العالم وجهات نظر متكافئة- أو فكرة أن وجهة النظر من القطار، ووجهة النظر من السكة، هما وجهتا نظر متكافئتان، بمعنى أنهما تؤديان إلى منطوق واحد للقوانين الفيزيائية. بالمقابل إن ما يتغير، هو نصوص كانت تبدو واضحة- وواضحة جداً- عند تجسيد مبدأ النسبية في نظرية محددة (أي بوضوح أكثر، عندما نريد الكشف عن الدساتير التي تحولنا من المقادير المنوطة بوجهة نظر، إلى المقادير المنوطة بوجهة نظر أخرى). وسأعطيك مثالاً واحداً على ذلك.

نعود إلى مثال القطار. ففي التصور الغاليلي التقليدي، من الواضح أنك إذا سرت في ممر القطار بسرعة ٥ كم/ سا في اتجاه سير القطار، وكان القطار يسير بسرعة ١٠٠ كم/ سا بالنسبة إلى السكة، فانك تسير عندئذ بسرعة ١٠٥ كم/ سا بالنسبة إلى السكة. وهنا يتدخل أينشتين ليقول «لا، ليس ذلك صحيحاً! صحيح أن المنظومتين (القطار والسكة) متكافئتان، ولكن العلاقات بين المقادير الفيزيائية في الأولى وبين المقادير الفيزيائية في الثانية (مثلاً: العلاقة بين السرعة في الأولى وبين السرعة الثانية) هي أكثر تعقيداً مما نظن». بل يجب أن تكون هذه العلاقات أكثر تعقيداً، وإلا أصبحت تلك الحقيقة التجريبية التي اكتشفت في نهاية القرن التاسع عشر، ونعني بها أن سرعة شعاع الضوء هي نفسها في المنظومة الأولى وفي الثانية، أي بالنسبة للقطار وبالنسبة للسكة غير مفهومة. فما يتوجب علينا عمله- وهنا، في هذه الناحية، كانت ثورة أينشتين- هو ألا نمس مبدأ النسبية، إنما نعدل

نظرية النسبية[1] أي نظرية غاليليه. وكان الفيزيائيون، قبل أينشتين، يميلون إلى الاعتقاد بأن مبدأ النسبية، ربما لم يكن خاطئاً، ولكنه غير قابل للتطبيق، بمعنى أن هناك وجهة نظر مفضلة هي وجهة نظر مراقب ثابت في الأثير المشهور. لأنه، لو كان الأثير موجوداً، لأعطانا وجهة نظر مميزة، ولما كانت هناك ضرورة لطرح مسألة التكافؤ. بل لأمكن القول: «إن مبدأ النسبية صحيح. ولكن إذا كان القطار يتحرك بالنسبة للأثير، فإن الأمر عندئذ يصبح غير ما هو عليه داخل القطار وعلى السكة[2]». ولكن أينشتين برهن أن افتراضنا لوجهة نظر خاصة مميزة، أمر غير مفيد، وأننا نستطيع التمسك بالفكرة القائلة إن جميع وجهات النظر أو على الأقل، وجهات النظر في منظومات يتحرك بعضها بالنسبة إلى بعض بحركة منتظمة، هي متكافئة. وما علينا، بالمقابل، إلا أن نعدل العلاقات التي تربط بين المقادير الملاحظة أو المقيسة في منظومة، وبين مثيلاتها في منظومة مقارنة أخرى.

صحيح. ولكن بعد كل ذلك، بأي شيء يؤثر كل هذا في تشابك المكان والزمان، أي كيف تظهر فكرة المكان- الزمان؟ هل أن سرعة الضوء هي التي ستكون الحاسمة في تكوين فكرة هذا التشابك؟

إن سرعة الضوء تجسد الصعوبة ولكنها لا تحدد كل تفاصيلها. فعلى سبيل المثال: أنا في القطار أشعل مصباح جيب، أقيس سرعة شعاع الضوء فأجد أنها ٣٠٠,٠٠٠ كم/ ثا في القطار، وشريكي العامل، الواقف على السكة، يقيس أيضاً سرعة هذا الشعاع الذي أشعلته في القطار، فيجد أنها تساوي ٣٠٠,٠٠٠ كم/ثا، ولكن ليس ٣٠٠,٠٠٠ كم/ثا زائد ١٠٠ كم/ ساعة كما كان متوقعاً في الميكانيك الكلاسيكي. وعندئذٍ تتضح بجلاء ضرورة إجراء تعديل هام على الفكرة التي كوناها لأنفسنا عن المكان والزمان. ولكن السؤال، هو: لماذا نشرع منذ تلك اللحظة بالحديث عن المكان- الزمان؟ قلت منذ قليل، إن في حالة النسبية الغاليلية، كان هناك أصلاً اشتباك للزمان في المكان، ولكن ليس العكس. وأقول هذا القول طبعاً، فيما لو أردت فزلكة الحديث إلى أبعد حدٍّ ممكن عن نوع العلاقة التي كانت بين المكان والزمان.

---

(١) المقصود من نظرية كما نذكر، هو مجموعة الدساتير (التي تعتمد على مبدأ النسبية)، والتي تحولنا من المقادير المرتبطة بمنظومة إلى المقادير المرتبطة بمنظومة أخرى.

(٢) لأن القطار والسكة حالات خاصة جداً بالنسبة للكون. أما في حالة الأثير فلا حاجة لمبدأ النسبية، إذ توجد عندئذٍ منظومة ثابتة إطلاقاً مرتبطة بالأثير يمكن أن تنسب إليها جميع الحركات.

صحيح أن المسافة، ما بين نوم المسافر واستيقاظه، لم تكن هي نفسها بالنسبة للرجلين، وإنما تتوقف على وجهة نظر كل منهما، ولكن الأمر في الزمن غير ذلك، لأن الفترة الزمنية التي مضت (بين النوم واليقظة) هي نفسها بالنسبة لوجهتي النظر سواء أقاسها المسافر بميقاتية المحطات (خارج القطار)، أم بميقانية اليد التي يحملها معه في القطار، وسيرى، بالوسيلتين، أنه مضى على نومه، ولنقل مثلاً، ربع ساعة[1]. وهنا، من هذه النقطة، يقدم أينشتين شيئاً جديداً: إن تحويلات المقادير الجديدة، بين مختلف المنظومات، لن تقتضي فحسب تعديل مقدار المكان بالزمان، بل تقتضي كذلك تعديل الزمان بالمكان[2]. بمعنى أن الفترة الزمنية المنقضية، حسب نظرية أينشتين النسبوية، ليست هي نفسها في المنظومتين. أو بقول آخر: إن الزمن ليس مطلقاً، وإنما هو نسبي. والآن، إنك ترى معي، أن في هذه الفكرة (فكرة أن الفترة الزمنية الفاصلة بين حادثتين هي نسبية) ثمة فعلاً ثورة تصورات ومفاهيم. لأنها أصبحت تعني أن التزامن لم يعد شيئاً مطلقاً، بل يمكن لحادثين أن يجريا في اللحظة نفسها بالنسبة لمراقب، ولكن ليس بالضرورة في اللحظة نفسها بالنسبة لمراقب آخر.

ولكن، ما الذي جعلنا نتحدث عن «بنية» للمكان- الزمان؟

إن ما جعلنا نفعل هذا هو جميع مكتسبات السنين العشر الأخيرة، وكذلك التعديل الذي أدخله أينشتين على هذين التصورين بعد عشرين سنة من أعمال رجال يجدر بنا ذكرهم مثل لورنتز، فتزجرالد، لارمور، بوانكاريه، الذين مهدوا الطريق. أما أينشتين فهو الذي أتى بمفتاح بناء كامل جديد. وفي ذلك العهد كانت هذه النظرية مطلوبة لكي تسوي بعض المسائل، وأعني بعض المسائل التي عرضت آنذاك، وهي مسائل في الكهرطيسية، وفي نظرية الضوء. و إحداها أنه: إذا كان للضوء مثل هذه الخواص الغريبة التي نلاحظها، فلا بد عندئذٍ، شئنا أم أبينا،أن نعدل النظرية لكي نراعي هذه الخواص. غير أن هذا العمل هو تصور يظل في جوهره ظاهروياً إلى

---

(١) هذا كله طبعاً من وجهة نظرنا التقليدية.

(٢) في النظرية التقليدية، نجد أن الزمن يدخل في عبارة المسافة: المسافة النسبية هي جداء السرعة النسبية في الزمن. لذلك تختلف المسافة من وجهة نظر لأخرى. أما الزمن فهو واحد في جميع وجهات النظر. ولكن نظرية إينشتين، قالت إن: الزمن أيضاً نسبي، بمعنى أن الزمن (النسبي) لا يدخل فحسب في عبارة المسافة النسبية، بل أن المسافة النسبية تدخل أيضاً في عبارة الزمن.

حد ما، إذ يعيد ترتيب الأمور، لمتابعة المسيرة فحسب!. ولكن ما لاحظناه في عشرات السنين الأخيرة، هو أن هذه النظرية الأينشتينية، تتناول أموراً أعمق من ذلك بكثير. ولنوضح ذلك، إن النظرية الفيزيائية التي نحتاجها، أياً كان شأنها، سواء أهي نظرية لظاهرة ضوئية أم لا، فإن وصف المكان- الزمان الذي كان مسرحاً لها، يجب أن يكون هو نفسه (في حال أي ظاهره). وبهذا المعنى يتحدث الفيزيائيون المحدثون عن بنية للمكان- الزمان. أو إذا شئتم، تستعين بتشبيه: لقد تعلمنا أن المكان- الزمان، في الأساس، هو أشبه بمسرح يمكن أن تمثل عليه عدة مسرحيات. ولكن ما عرفناه، في وقت من الأوقات هو أن الديكورات القديمة، لم تعد ملائمة لمسرحية خاصة: هي المسرحية التي يلعبها الضوء، وأن من الضروري تعديلها لكي تتيح للشخصيات أن تمثل دورها الفعلي. ولكن هذا التبديل لم يكن له في ذلك العهد هدف آخر سوى تمكين شخصيات الضوء من تمثيل دورها على أفضل وجه، أو إذا تجرأت، أقول: دون أن تتضارب مع الديكورات. إلا أن ما تعلمناه من هذه التجربة (هو شيء أكثر)، هو أن ديكوراتنا الجديدة لا تمت بصلة للمسرحية التي ستمثل، وأن جميع المسرحيات التي نعرف كيف نجعلها تمثل اليوم أمام ناظرينا، سواء أكانت مسرحية القوى النووية، أم حتى قوى الجاذبية- وما المانع-، هذه المسرحيات تجري أحداثها كلها في الديكور نفسه، وربما أصبح من الأنسب، على كل حال، ألا نتحدث عن ديكورات، بل الأفضل عن مكان مسرحي. إذ إن هذا المسرح، كمعظم المسارح الحديثة، لا توجد عليه ديكورات. فما نراه إذاً هو بنية المسرح نفسها[1].

---

(١) لعل الفكرة التالية تضيف شيئاً لإيضاح هذه النقطة: عندما توصل غاليليه إلى مبدأ النسبية لم يكن يفكر في الضوء إطلاقاً، ثم عندما عرض نيوتن (بعد غاليليه بما يزيد عن خمسين عاماً) نظرية تعتمد هذا المبدأ، كان يعرف أن سرعة الضوء محدودة. ولكنه، على الأرجح، كان يظن أنها تخضع لقانون جمع السرعات الكلاسيكي. وعندما تبين في نهاية القرن التاسع عشر أن سرعة الضوء ثابتة لا تخضع لقانون السرعات العادي، أصبح لزاماً على العلماء- كما برهن أينشتين في عام ١٩٠٥- أن يغيروا صياغة النظرية النسبية لتتلائم مع مبدأ النسبية الذي يكاد يستحيل التفكير في نقضه. وارتباط المكان بالزمان أمر كما يبين أينشتين موجود ضمناً في تصورنا حتى قبل اكتشاف ثبوت سرعة الضوء. ولو أن سرعة الضوء لا نهائية، لعدنا إلى نسبة غاليليه- نيوتن. ولكن سرعة الضوء محدودة كما تبين، فهل ثمة شيء فيزيائي هو الذي ثبت سرعة الضوء بهذا القدر المحدود، لا بل هناك طبيعة المكان والزمان. وباختصار هناك المسرح نفسه كما يسميه المؤلف. وكل ما يمثل فيه ←

أعود إلى سؤالي: هل تريد أن تقول إن الضوء لا يلعب فيها دوراً خاصاً، مميزاً؟

إطلاقاً أبداً. إنه أحد «الممثلين» في الظواهر الفيزيائية. لأن الضوء ببساطة- ولنسند إليه هذا الدور- هو الذي ساعدنا على رؤية البنية التي يمثل فيها- ولكنه ليس هو الذي يعينها.

ثمة جانب آخر لفكرة النسبية هذه، وهو غريب كذلك غرابة الضوء- وأعني بذلك أن القياسات التي نجريها، يمكن أن تتعدل حسب الظروف. إذ يقال مثلاً إن الزمان يتمدد والأطوال يمكن أن تتقلص. فهل هذه حقائق واقعية.

نعم، إنها حقائق واقعية، وهي تعيدنا بالتحديد إلى الخاصة النسبية التي تحدثنا عنها منذ قليل. من ذلك أننا حين نقيس الفترة الزمنية بين حادثين بدقة، نجد أن القيمة التي يعطيها القياس، تختلف حسبما نجري هذا القياس في القطار المتحرك، أو على السكة، وذلك وفقاً لمثالنا السابق. فثمة نسبية فعلاً في المقادير الفيزيائية، وثمة بالتالي تغير يتبع وجهة النظر. وقولنا «يتبع»، يعني أن هذا التغير لا يتم كيفما اتفق الأمر. فمثلاً يتحدثون عن «تمدد الأزمنة»، أي أن الفترة الزمنية بين حادثين وقعا في مكان متحرك بالنسبة لنا، تبدو دائماً أكبر- أي تتمدد- مما لو قيست في ظروف يكون فيها الحادثان قد وقعا في المكان الذي يُجري فيه القياس نفسه. أي ثمة تمدد بالنسبة لما يعرّف قياساً طبيعياً. بالفعل، لكي نقيس الفترة الزمنية بين حادثين، من الطبيعي أن نقيسها في ظروف يكون الحادثان فيها قد جريا في المكان نفسه. فالأمر الطبيعي مثلاً بالنسبة إلى نوم المسافر ويقظته، هو أن تقاس مدة النوم في القطار الذي يستيقظ فيه المسافر، وعندئذٍ نحصل على فترة من الزمن. وأما فكرة تمدد الأزمنة، فهي أنه لو قيست هذه المدة من وجهة نظر أخرى، ولتكن مثلاً وجهة نظر العامل على السكة (الذي هو في حالة حركة بالنسبة للقطار)، لوجدنا دائماً مدة أطول. وهنا قد نتساءل: ما طبيعة الظاهرة التي أمامنا؟ إننا أمام ظاهرة واقعية، ولنقل موضوعية، وفي الوقت نفسه أمام شيء ظاهري. ولا نستطيع أن نحدد طبيعة هذا الموقف -كما أظن- بوسيلة أفضل من أن نصف هذه النتيجة بأنها هي المثيل في المكان -الزمان- لفعل

من مسرحيات يحتاج إلى بنية هذا المسرح نفسها التي نبهت إليها الكهرطيسية في أول الأمر، دون حاجة «للديكور» الذي يلمح فيه للأثير.

المنظور (أو لاختلاف النظر) في مكاننا العادي الذي ألفناه، فكما تعلم، إذا تناولت شيئاً ما، وليكن مسطرة مثلاً، وبدلاً من أن تنظر إليها وهي أمام عينيك مباشرة بحيث يكون وضعها عمودياً على خط نظرك، أخذت تنظر إليها وهي مائلة. عندئذ تبدو كأنها قصرت، وتشعر كأن طرفيها أقترب أحدهما من الآخر. وفي النهاية، إذاً نظرت إليها في اتجاه محورها مباشرة، يصبح طولها الظاهري صفراً. ولكنك تعرف تماماً أن هذا الشعور وهم، أو بالأحرى نتيجة لفعل بصري. ونحن نعرف تمام المعرفة أن عقلنا، أو ربما عيننا نفسها، تصحح هذا التأثير تلقائياً. إذ عندما نرى شيئاً يتبدى أمامنا بمظهر مائل، فإننا نعرف مقدماً أن طوله الحقيقي أكبر من طوله الظاهري، ونعرف أن علينا أن لا نكون ضحية لوهم الظواهر. والآن، هذا الأمر الذي نعرفه عن مكاننا هو ذاته ما تعلمنا أن نفعله في عشرات السنين الماضية بالنسبة للمكان وللزمان. وهذا تماماً هو نوع التصحيحات التي يقوم بها الفيزيائي. فعندما يقيس مدة حياة جسيم غير مستقر في أثناء حركته يجد مدة زمنية معينة أي مدة حياة يعرفها الفيزيائي أنها ليست هي (المدة الحقيقية) لحياة الجسيم، أي ليست بطول الحياة نفسها التي يعيشها الجسيم، إن جاز لي التعبير[1]، فيلجأ إذاً إلى تصحيح تقديره، كما تصحح العين الطول (طول شيء ما)، عندما تنظر إليه وهو مائل بزاوية معينة. فتمدد الأزمنة إذاً، وتقلص الأطوال، هي نتائج واقعية، نعم واقعية، إنها نتائج منظورية ونتائج تحصل من أننا ننظر (بانحراف) إلى الأشياء الموجودة في المكان- الزمان. أما لو نظرنا إليها في الوضع السوي (الطبيعي)، عندئذ نتوصل إلى قياس مقادير لم تعد نسبية، بل هي حالاً مقادير مطلقة (لا تحتاج لتصحيح).

ولكن قولك هذا يجعلنا نتساءل: كيف لنا أن نعرف من أي وجهة نظر يجب أن ننظر، لكي نحصل على هذا القياس المطلق (السوي، غير المنحرف)؟.

---

(١) يوجد في الأشعة الكونية نوع من الجسيمات يسمى ميزونات أو «ميونات» وقد وجد أن هذه الميزونات تخترق الجو الأرضي إلى مدى كبير جداً. في حين أن مدة حياتها في المعمل حين تكاد تكون ثابتة بالنسبة للمجرب، لا تجيز لها مهما كانت طاقتها عالية أن تخترق هذه المسافة. ولم يحل هذا التناقض إلا اعتبار أن مدة حياة الجسيم بدت لنا أطول من حقيقتها، لأنه متحرك بسرعة كبيرة، وأنه في الحقيقة لم يعش- إن صح القول- كل هذه المدة.

هذه هي المسألة بالتحديد! لأعد إلى مثالي: توجد طرق قياس عديدة للأطوال في المكان العادي المألوف، فلكي نقيس طول قلم مثلاً، أو قطعة أثاث، هناك قياس مطلق يقوم على تناول مسطرة مدرجة ووضعها موازية للشيء الذي سيقاس. وأنت تعلم تمام العلم أن كل قياس آخر يؤخذ والقلم في وضع مائل ليس هو القياس السليم. ولكنك تعلم كذلك، كيف تحسب هذه القيمة الصحيحة من القيم المغلوطة التي حصلت عليها. وهذا العمل ذاته، هو ما يفعله الفيزيائيون في المكان- الزمان، إنهم يعلمون الآن كيف يعرفون المقادير التي (لم تعد مقادير نسبية)، بل مقادير صميمية أصيلة. ولذلك أيضاً، ولهذا السبب، لم يكن مصطلح «نسبية» بشكل ما، موفق أبداً. لأن الهدف من نظرية النسبية بالتحديد- كما قال الفيزيائي الكبير سمرفيلد حوالي العام ١٩٢٠- هو الاهتمام بما هو غير نسبي، أو التمكن من السير في الطريق المؤدية إلى ما هو مطلق، إلى ما هو صادق، أي إلى ما لا يتوقف أبداً على وجهة النظر. إذ إن النسبي، ليس، في النهاية، إلا المظاهر. وهذه المظاهر تفضي آخر الأمر إلى ما هو أعمق، أو إلى ما هو أساسي فعلاً وما هو صميمي، وأعني به المقادير الصامدة المطلقة، وهذا قول ينطبق على واقع الحال إلى حد أن الفيزيائيين المحدثين، يشددون الآن في عملهم المنهجي على هذه المقادير الصامدة، التي تشكل حقاً وصدقاً بؤرة تأملاتهم وتحرياتهم[1].

ولكن التي هي عموماً ليست إلا مستنتجة ؟

نعم، التي هي مستنتجة من المظاهر. ولكن دعنا نتساءل: أيختلف هذا الهدف جوهرياً عما نفعله في الحياة العادية؟ فنحن نادراً ما نرى الأشياء على حقيقتها، ونرى بدلاً عنها مظاهرها، ثم من هذه المظاهر نخلص، وبسلسلة من الاستنتاجات، إلى ما نعتقد أنه الطبيعة الحقيقية.

---

(١) هناك مثلاً مقدار ثابت بالنسبة لأي منظومة غاليلية. فإذا قيست المسافة بين حادثين والمدة الفاصلة بينهما بالنسبة إلى أي منظومة غاليلية، فإنه بتطبيق ما يشبه نظرية فيثاغورس يمكن حساب مقدار مركب من المسافة والزمن. وهذا المقدار يظل ثابتاً بالنسبة إلى أي مرجع غاليلي.

-٥-

النسبية العامة

حديث أجري مع رولاند أومنيس[1]، أستاذ في جامعة باريس الجنوبية (مخبر الفيزياء النظرية والطاقات العالية)

إميل نويل: بقي لنا أن نجتاز معك مرحلة التعميم. ولكن النظرية النسبية العامة، حتى وإن كنا نجدها الآن شائعة في برنامج الدراسات الفيزيائية العالية، إلا أن لها- حقاً كان ذلك أم باطلاً- شهرة في أنها صعبة. والصعوبة بالنسبة لنا، هنا، قد تتفاقم لأننا ننتظر منك الآن تقديم شرح يوفر علينا الشكليات الرياضية.

رولاند أومنيس: إن الحديث عن النسبية العامة ليس يسيراً، لأن هذه النظرية هي الثالثة في البناء. فالأولى هي سوية تصوراتنا الأولية المتأصلة غير المحصة، أو هي سوية العالم المحيط بنا الذي يتفق ديناميكه مع ما هو شائع ومألوف، والذي سندعوه هنا ديناميك نيوتن. والسوية الثانية، هي التي تظهر اختلافات جوهرية عن السابقة، والتي سبق أن أثيرت في حديث سابق، وهي سوية النسبية الخاصة. أما الحديث عن النسبية العامة، فهو حديث عن سوية ثالثة وحديث تعميم.

ولكن ما الذي دفع الفيزيائيين إلى هذه السوية من التعميم، أو بعبارة أخرى، ما الأسباب التي أدت إلى عدم الاكتفاء بالنسبية الخاصة؟

هناك أساساً سببان. فالثقالة، من جهة، لا تتواءم مباشرة مع النسبية الخاصة بمعنى أن الثقالة التي تعلمنا صياغتها من نيوتن، لا تدخل بسهولة في إطار النسبية الخاصة، كما أن تركيب هذين الفرعين المعرفيين الأساسيين (النسبية والثقالة)

---

(١) Roland Omme's.

يتطلب شيئاً أكثر تعميماً من كل منهما. وهذا هو السبب الأول. وأما الثاني، فهو أننا عندما نتمعن في هذين الفرعين، نتحقق عندئذٍ أن مبادئ النسبية الخاصة نفسها تطرح مشكلة.

ما هذه المشكلة؟

إنها في أساس البناء الذي قامت عليه النسبية الخاصة ، وهو فكرة منظومة الإرجاع الغاليلية، (التي نسميها المرجع الغاليلي) والمرجع الغاليلي هو مرجع يتحرك فيه الجسم الذي لا يخضع لأي قوة في خط مستقيم وبسرعة ثابتة، أي يتحرك حركة مستقيمة منتظمة. في حين أن السؤال الذي يمكن طرحه شرعاً هو: هل يوجد مرجع غاليلي؟ إن سطح الأرض الذي نجري عليه تجاربنا، لا يشكل، كما هو واضح مرجعاً من هذا القبيل. إذ إن تجربة نواس فوكو[1]، وحركة الرياح على سطح الأرض، تبرهن أن حركة الأرض غير منتظمة. وكان نيوتن قد فكر سابقاً أنه إذا كان لا بد من البحث عن مرجع غاليلي فلا بد من أن نفترض أن النجوم الثابتة تصلح لهذا الغرض. ولكننا نعرف الآن أن النجوم ليست ثابتة، إنها متحركة، فهل يتحتم علينا إذاً أن نحدد موضعها بالنسبة لمجرتنا؟ إننا نعلم أن المجرات، يتحرك أيضاً بعضها بالنسبة إلى بعض. فثمة شيء إذاً لا نعرف إليه سبيلاً. وهكذا يظل السؤال مراوحاً بلا جواب: هل توجد مراجع غاليلية؟

ألا يمكن أن يكون عندئذٍ مرجع كل المراجع هو فكرة نقطة ثابتة مطلقة؟ وعندئذ تكون نقطة الانطلاق النظرية: هي وجود أو عدم وجود مثل هذه النقطة.

ثمة فعلاً سؤال من هذا النوع، لأن كل ما سنبنيه لن يكون سوى نسبي. أو بقول آخر، لقد حذفنا بتعبيرنا نفسه (نسبية خاصة أو عامة)، كل إرجاع ينسب الأشياء إلى مطلق كائن ما كان (في حين أننا بحاجة لمثل هذه النقطة، أو الأصح هكذا بدا). وأود أن أضيف صعوبة أخرى بشأن المراجع الغاليلية هذه، وهي أننا نفترض خلوها

---

(١) تجربة نواس فوكو هي تجربة أجراها فوكو في باريس للبرهان على دوران الأرض: فقد ترك نواساً (أو رقاصاً) يهتز ويرسم على أرض رملية خطاً مستقيماً. فوجد أن الرقاص لا يرسم دائماً الخط نفسه. وإنما يرسم خطوطاً مستقيمة متلاقية، وأن النواس يعود إلى رسم الخط نفسه بعد ٣٢ ساعة (وهي المدة التي كانت متوقعة في باريس في حال دوران الأرض)، مما يدل أن الأرض تدور فعلاً خلال محورها في ٢٤ ساعة دورة كاملة واحدة.

التام من كل قوة تمارس تأثيرها في الأشياء التي تتحرك فيها. ولكننا نعلم أن ليس في متناولنا مرجع يمكن أن يتخلص نهائياً من الثقالة، أو بتعبير آخر، إن قوى الثقالة حاضرة في كل مكان، وعلينا كذلك أن نجد طريقة لصياغة النسبية الخاصة بحيث تراعي هذا الواقع.

بالفعل لقد ظل ممكناً حتى زمن معين الإصرار على فكرة مكان لا تأثير فيه للثقالة. ولكن تبين أن هذه الفكرة لا يمكن التمسك بها، فقد ظهرت المصاعب التي ذكرتها. ولكن ما هي الطرق التي قادت إلى التفكير بصياغة عامة للنسبية بدلاً من صياغة خاصة؟

إن هذا التفكير يغوص بعيداً في الماضي، مع أن عرض النسبية العامة أتى في الحقيقة بعد النسبية الخاصة، ولكن بعد زمن قليل (الأولى ١٩٠٥، الثانية ١٩١٨). كانت النظريتان من عمل رجل واحد هو ألبرت أينشتين. وربما كان أهم ما في الأمر، هو الإشارة إلى الأساس الذي اعتمد عليه هذا الرجل لكي يقدم نظرية معينة من بين جميع النظريات التي يمكن تصورها. والحقيقة كانت إحدى نقاط انطلاق أينشتين هي العودة إلى مسألة قديمة جداً في الفيزياء، وهي مسألة المطابقة بين الكتلة العطالية، والكتلة الثقالية. وأظن أن عليَّ أن أشرح بكلمتين ما هي كل من هاتين الكتلتين. إن الكتلة العطالية هي ممانعة الجسم للتسارع حين تؤثر فيه قوة ما. فكلما كانت كتلة الشاحنة أكبر، يكون تسارعها أقل في حال إبقاء قوة محركها على حالها. أو إذا شئت تكون استجابتها أقل لمحرك معين. وهذه هي الكتلة العطالية. أما الكتلة الثقالية، فهي تعبر عن تأثير قوة الثقالة في الجسم عندما يوضع في حقل ثقالة، بمعنى أننا سنقول: إن هذا الجسم سيكون أثقل من ذاك الآخر، لأن كتلته الثقالية أكبر[1]. والآن إن الشيء المهم الذي يجب أن نعيه

---

(١) إن كتلة الجسم الثقالية هي الكتلة التي نقيسها بميزان روبرفال (ذي الكفتين). وأما الكتلة العطالية فتقاس بطريقة أخرى وهي التالية: إذا أثرنا في جسم بقوة، فإن هذا الجسم يكتسب تسارعاً. وعندئذ تكون كتلة الجسم العطالية، هي حاصل قسمة القوة على التسارع. ولكن وجد أن قياس كتلة الجسم بالطريقتين يعطي نتيجة واحدة. وهنا تساءل أينشتين ومن قبله ماخ (العالم النمساوي): ترى لماذا كانت الكتلة الثقالية هي نفسها الكتلة العطالية؟ هل هذا مجرد مصادفة بحتة، أم أنه مبدأ عام؟ وبالفعل فقد اتخذه أينشتين (كما فعل ماخ) مبدأً عاماً للنظرية النسبية العامة. (طبعاً لم يتوصل ماخ إلى هذه النظرية ولا فكر بها).

تماماً، هو أنه على الرغم من جميع عاداتنا الفكرية المكتسبة من تجربتنا اليومية، فإنه لا شيء، ينبئنا مسبقاً أن هاتين الكتلتين يجب أن تكونا متساويتين. لأن الكتلة العطالية في حقيقة الأمر هي خاصة ديناميكية، أما الكتلة الثقالية فإن فيها الكثير من خواص الشحنة، وهي قريبة الشبه من الشحنة الكهربائية. ومع ذلك، فإن جميع التجارب التي أجريت في هذا المجال برهنت على أن الكتلتين متساويتان حصراً من أجل جميع الأجسام دون استثناء. ولكي نقرب هذه الحقيقة بشيء أكثر تجسيداً من هذه المبادئ الكبيرة، أعني الكتلة العطالية، الكتلة الثقالية، مبدأ التكافؤ بينهما، دعنا نرى فوراً تطبيقاً لها: يمكننا أن نشاهد تجريبياً هذا التطابق بين الكتلتين العطالية والثقالية في تجربة نعانيها يومياً حين نستعمل المصعد الكهربائي. فعندما نكون في مصعد متسارع في أثناء صعوده نشعر فجأة بأننا أثقل من المعتاد. وعندما يتباطأ المصعد نشعر بأننا أخف. والحقيقة، إن هذا المثال يذهب بنا إلى أبعد من ذلك بكثير، إذ يستحيل أن نميز بتجربة فيزيائية أو ميكانيكية من داخل المصعد، أهذا المصعد متسارع، أم أن حقل الجاذبية، أي حقل الثقالة، أصبح أشد. وبعبارة أخرى إننا نرى بالتالي، أن هذا الخط الفكري سيقودنا إلى التفكير بصورة أعمق في المراجع اللاغاليلية.

جيد، ولكن ما هي الآن المراجع اللاغاليلية؟ وهل هناك مراجع أخرى غير التي أتيت على ذكرها الآن؟.

الحقيقة، إن كل مرجع يمكن أن يقال عنه لاغاليلي: المركب الذي ينتقل في البحر، المصعد، الأرض الخ، فهذه كلها مراجع لاغاليلية.

- نعم، لأن جميع الأشياء تتحرك، فهي لذلك تنسب كلها إلى هذا النوع من المراجع؟

نعم، وقد تساءلنا في بادئ الأمر عن وجود مراجع غاليلية (ورأينا في الواقع أنها غير موجودة) فجميع المراجع الأخرى هي، بالتعريف، لاغاليلية، وهي ما يهمنا فهمه. وعلى هذا نتساءل: ما الفرق الأساسي الذي سيظهر للراصد بين أن تكون الحركة في مرجع غاليلي وبين أن تكون في مرجع لاغاليلي؟ في مرجع غاليلي: كل جسم لا يخضع لقوة يتحرك حركة مستقيمة منتظمة، وهنا، عند هذه النقطة، من الأنسب أن نفكر بعبارات المكان- الزمان أي أن نتصور تتابع حالات هذا الجسم في فضاء تخيلي ذي أربعة أبعاد: ثلاثة منها هي أبعاد المكان، والرابع هو البعد الزمني. وعندئذٍ يقول لنا مبدأ غاليليه: إن هذا الجسم ينتقل على خط مستقيم في فضاء

المكان- الزمان. وهذه صياغة هندسية أخرى لمبدأ غاليليه. أما في حالة مرجع لاغاليلي، فالجسم يجتاز حسب وصف الراصد الموجود في هذا المرجع مساراً منحنياً في المكان- الزمان. وبعبارة أخرى، إن التأمل في المراجع اللاغاليلية سيدفعنا مباشرة نحو مسألة جديدة هي مسألة انحناء الفضاء.

ولكن، هل نحن هنا تجاه شكل من الحقيقة والواقع، أم تجاه مفهوم مجرد؟ أو بعبارة أخرى، هل المكان- الزمان موجود كما هو وكما تصفه، وهل الانحناء موجود كأي واقع فيزيائي؟

هذا بالتحديد أحد الفروق الأساسية بين النسبية الخاصة والنسبية العامة. فالمكان- الزمان في النسبية الخاصة هو وصف رياضي مناسب. أما في النسبية العامة، فهو واقع فيزيائي جاد، لأن له انحناء.

عند هذه النقطة التي وصلنا إليها الآن، هل يمكن أن نتطرق إلى تعريف مفهوم للنسبية العامة ؟

سنحاول ذلك. في النسبية العامة، يوجد إذاً مكان- زمان منحنٍ له أربعة أبعاد. وهذا هو المبدأ الأساسي. فياترى، ما الذي سيصير إليه مبدأ غاليليه في هذا الإطار؟ إن مبدأ غاليليه يطبق على فضاء غير منحنٍ، إقليدي. وفي هذه الحالة يتحرك الجسم الذي لا يخضع لأية قوة على خط مستقيم في المكان- الزمان. أما في حالة النسبية العامة، فسيكون المكان- الزمان منحنياً، وسيتعين انحناؤه بالكتل التي يحويها. أو بعبارة أخرى، تستطيع بناء على ذلك، وصف الثقالة، وصفاً كاملاً بانحناء الفضاء. وعندئذٍ يعمم مبدأ غاليليه على النحو التالي: المستقيم في مكان- زمان النسبية الخاصة الإقليدي هو كما نعلم أقصر طريق يصل من نقطة إلى أخرى. وعلى هذا النحو أيضاً: إن المسار الذي يرسمه جسم لا يخضع إلا لقوى الثقالة، في مكان- زمان النسبية العامة، هو كذلك أقصر طريق يصل من نقطة إلى أخرى في هذا الفضاء المنحني[1]. وأظن أننا نستطيع التوقف هنا لو أردنا الشيء

---

(١) أو بوجه عام: إن مسار الجسم (أو الخط الكوني للجسم) الذي لا يخضع لأي قوة غير حقل ثقالة المرجع الذي ينسب إليه (كأن تكون الشمس مثلاً) هو في المكان- الزمان أقصر طريق تصل من نقطة إلى أخرى. وهذا الخط منحن يتوقف انحناؤه على الكتلة الموجودة. وهذا الانحناء ينعدم أي يصبح الخط مستقيماً، في حالة انعدام الكتلة (وهذا حال المرجع الغاليلي).

الأساسي الذي يهمنا، لأن هذا يكفي لإعطاء الخطوط العريضة في أفكار النسبية العامة الأساسية ومفاهيمها.

ونتيجة لما قلته الآن، يتوقف انحناء الفضاء نفسه على شدة الثقالة، ويتوقف بالتالي على كمية المادة التي يمكن أن توجد في الفضاء. ولكن إذا لم توجد مادة إطلاقاً، فهل يظل ثمة مكان أيضاً؟

نعم، يوجد مكان، ويوجد أيضاً زمان. والحقيقة لدينا مكان- زمان النسبية الخاصة أينما كان، وهو قريب جداً من الفضاء الواقعي (الذي ألفناه)، ومعظم المفاهيم العادية المألوفة لدينا، قابلة للتطبيق فيه، فمثلاً، لماذا تطبق هذه المفاهيم بالنسبة لنا على الأرض؟ ذلك نتيجة إلى أن قوى الثقالة والتسارعات التي نعرفها، صغيرة نسبياً[1]. وهكذا نحصل على جواب المسألة التي سبق أن طرحناها في البداية، فنقول: نعم توجد مراجع غاليلية، وهي التي استطعنا أن نصوغ فيها قوانين الديناميك (النيوتوني)، وذلك لأن الثقالة ضعيفة (نسبياً) على الأرض.

ثم لأن هذا الاعتبار (اعتبار الأرض مرجعاً غاليلياً) فيه تقريب جيد.

نعم، ونحن نعلم الآن، علاوة على ذلك، ما النظرية الأكمل التي نقرِّب إليها. فلدينا بالتالي نظرية متماسكة.

كنا انطلقنا من تصورين متمايزين (منفصلين) واحد للمكان وآخر للزمان. ولكن النظرية النسبية قادتنا بالتدريج إلى فضاء مركب هو المكان- الزمان. والآن وقد وعينا وعياً أفضل هذا المفهوم، فهل باستطاعتنا أن ننظر إلى المكان والزمان، كلاً على حده، لكي نرى ما يمكن أن يكون قد تغير في تفهمنا لهاتين المركَّبتين.

نعم، بإمكان كل راصد دائماً، فيما يخصه هو، أن يفصل المكان عن الزمان، وهذا لحسن حظنا! ومن الممكن أن يحدد خواص ما سيلاحظه في هذا المكان- الزمان

---

(١) من ذلك مثلاً أننا ندرس طلابنا أن أشعة الضوء تسير في خطوط مستقيمة، بينما هي في الحقيقة منحنية حول الأرض، وعندما ندرس حركات الأجسام بالنسبة إلى الأرض (كالقذائف والأقمار الصنعية) نطبق قوانين نيوتن الكلاسيكية. وهذه القوانين كافية جداً في حدود أرضنا. أما انحناء المكان- الزمان فلا يراعى إلا في حالة مرور أشعة الضوء بالقرب من الشمس أو بالقرب من نجم أكبر كتلة منها،أو على نطاق كوني واسع كما سنرى بعد قليل.

المنحني. ولنتحدث أولاً عن المكان: سيشاهد الراصد أن ثمة انحرافات بالنسبة للهندسة الإقليدية. بمعنى أن المكان كما سيصفه هو نفسه سيكون منحنياً، أي تماماً كالمكان- الزمان. ويستطيع أن يتحقق مثلاً من أن مجموع زوايا مثلث لا تساوي بدقة ١٨٠ درجة. وهنا أيضاً، عندما نقوم بتجارب من هذا القبيل، لن نلاحظ هذه النتيجة، لأن الثقالة عندنا أضعف من أن نكشفها بمقاييسنا. ولكن ثمة نتائج لانحناء المكان- الزمان يمكن أن نلاحظها، وكانت أقواها انحراف الأشعة الضوئية بالقرب من كتلة نجم عظمية القدر. إذ لوحظ في تجربة كلاسيكية أجراها إدنجتون، أن الأشعة الضوئية تنحرف عند مرورها في محاذاة الشمس وترسم مساراً منحنياً. وقد أعيدت هذه التجارب بعد إدنجتون بدقة أكثر، وكانت كلها مؤيدة. أما فيما يتعلق بالزمان، فأثر النسبية العامة فيه أقل إثارة وغرابة. ومع ذلك، لنقل باختصار: إن الميقاتية الموجودة في منطقة كمون ثقالي مرتفع جداً، تبدو لراصد بعيد عن هذا الحقل، وكأن ضرباتها أبطأ من ضربات هذه الميقاتية نفسها لو كانت بالقرب من الراصد. وهنا أيضاً يمكن تحقيق هذه الملاحظة، لأن أبسط الميقاتيات في العالم هي الذرات، أي تلك الذرات التي تصدر إشعاعاً ذا تواتر معين بدقة. وقد رصد أحد الأشعة الآتية من بعض النجوم الصغيرة جداً والكثيفة جداً، أي من أقزام بيضاء، حيث يكون كمون الثقالة مرتفعاً جداً. وقد بدا لنا، أي نحن الذين رصدنا هذه النجوم، أن للذرات الموجودة على سطحها دوراً اهتزازياً أكبر، وكذلك بدا لنا أن طول موجة الضوء المنبعث من هذه النجوم،كأنه أكبر من طول الموجة الصادرة عن الذرات نفسها في مخبرنا. وهذا في حقيقة الأمر هو الانحراف نحو الأحمر الذي نعزوه للثقالة، والذي أمكن ملاحظته في الضوء الصادر عن الأقزام البيضاء.

هل يُعتمد على هذا التحقق في بعض التطبيقات الممكنة، أو هل يؤدي إلى تأملات تتجاوز مجرد تأييد النظرية؟

الحقيقة إن النسبية العامة، قلما استخدمت لمعرفة الوضع الراهن على النجوم البعيدة. ولم تجر هذه القياسات أساساً إلا لتساعد على التحقق من أن النظرية كانت صحيحة. فهذه التجارب إذن سارت في اتجاه آخر غير التطبيق. على أني سأضيف، على الرغم من ذلك، حالة واحدة جرت فيها التجارب في اتجاه التطبيق. ففي مجال الكوسمولوجية، ثمة علاقة وطيدة بين وصفنا للظواهر وبين نتائج النسبية العامة.

ذكرت أن تأثير النسبية العامة في الزمن لم يكن له مثل هذا الوقع على الصعيد التطبيقي. ومع ذلك فقد أوردت الانحراف نحو الأحمر، وضربات رقاص ميقاتية بعيدة، الأبطأ ظاهرياً. فهل تتجلى هذه النتائج أيضاً في مجالات أخرى؟

إن أهم تجلٍّ لها يظهر عندما نحاول تطبيق أفكار النسبية العامة على المكان- الزمان بمجموعه، لا على منطقة صغيرة نسبياً منه، أي على كامل الكون. و«كامل» هنا تعني من حيث المسافة والتاريخ معاً (أي الكون كله مع ماضيه ومستقبله). وعندما قام العلماء بهذا الوصف في الثلاثينات من هذا القرن، شاهدوا نتيجة غريبة تلفت النظر جداً، وهي أنه خلافاً لأفكارنا التي أكاد أقول إنها أساسية وطبيعية، والتي تقضي بأن الزمان يمكن تصوره ممتداً منذ الأزل في الماضي السحيق حتى الأبد في المستقبل البعيد، فقد بدا أن المكان- الزمان بمجموعه المحتوي على المادة، يجب أن تكون له بداية في الزمن، أو حتى في بعض الحالات، بداية ونهاية، أو ربما كان علي أن أقول، أن الباحثين تحققوا وجود فئتين من المكان- الزمان: إحداهما فيها بداية للزمان وتزايد أبدي في المكان، وهو الذي يعطي صفة التوسع للكون، وأخرى تتعاقب فيها عهود التوسع والانكماش أي تتعاقب فيها البدايات والنهايات (يبدأ وينتهي، ثم يبدأ من جديد وهكذا).

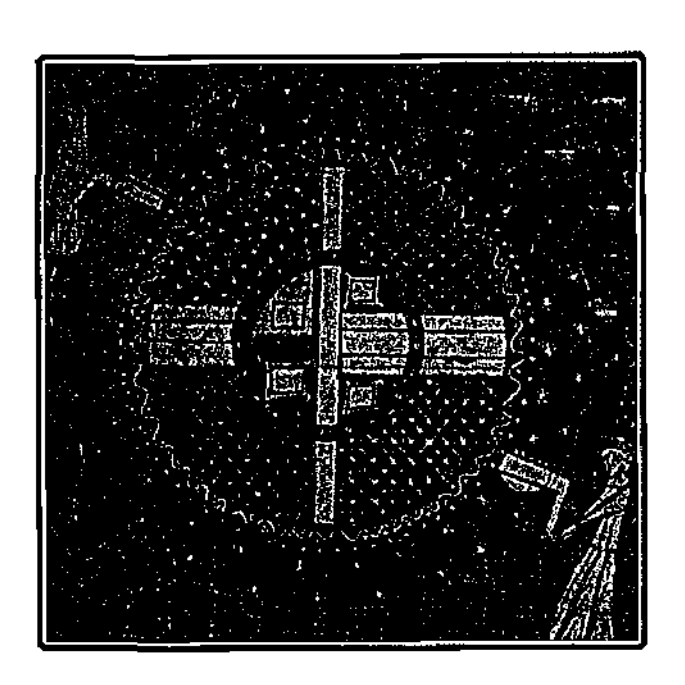
فمن جهة إذاً، توسع نحو نهاية غير محددة انطلاقاً من بداية، ومن جهة أخرى دورات، أو بداية أبدية من جديد.

نعم، المكافئ لقولنا عودة أبدية إلى البدء. وكما تعلم، فان فكرة بداية للزمن هي في أساس جميع التأملات الكوسمولوجية المعاصرة. إذ عليها تعتمد نظرية الانفجار الأعظم التي أيدها عدد من التجارب. ولكن هذه الأمور تبعدنا عن التفكير في النسبية العامة وفي المكان والزمان.

هل في الحالة الراهنة لمعارفنا ما يجعل أحد هذين التصورين أميَل إلى التصديق؟

لا بأس، نحن في حالة ترقب. ويمكننا أن نقول بضع كلمات في هذا الشأن: إن ما يفصل بين هذين التصورين فصلاً مميزاً، هو كمية قابلة للقياس، وهي الكثافة الوسطى لكتلة الكون. فإذا كانت الكثافة الوسطى للمادة أعلى من كمية معينة ولنسمها الكثافة الحرجة، عندئذٍ نكون في حالة عودة أبدية للتوسع والانكماش. أما إذا كانت الكثافة الوسطى أدنى من هذه القيمة الحرجة، فعندئذٍ نكون في حالة

التوسع الأبدي. فالمسألة كلها تتركز إذاً في قياس كثافة كتلة الكون. قد يبدو ذلك أمراً سهلاً، إلا أن ما نقيسه بيسر هو كثافة الكتلة المرئية. فالمسألة كلها هنا «هل ثمة كتلة غير مرئية؟» فقد تكون هناك كتلة، وقد طُرح هذا السؤال. إذ من الممكن أن نفترض مثلاً وجود ثقوب سوداء منتشرة في أرجاء الكون، وأن هناك مادة لا نراها. وقد قال بعض ذوي المزاج الخيالي: قد يكون الكون مملوءاً بلبنات مادية لم تُتح لنا رؤيتها. ولكن إحدى الفرضيات التي لا يجوز أبداً إغفالها، وهي هامة جداً، تقول: إن من الممكن وجود جسيمات ذات كتلة شبه مغفلة في الكون، وإن من المتعذر ملاحظتها، وأعني بها النوترينوات. فإذا وُجد الكثير من هذه الجسيمات كما تتنبأ بذلك بعض النظريات- ولكني شخصياً لا أعلن عن رأيي في هذا الشأن- عندئذٍ يمكن أن نكون الآن في كون يتناوب فيه التوسع والانكماش. وهذا حقاً أحد الأسئلة الأساسية في الفيزياء الفلكية الحالية، وهو الذي سيصل بنا إلى البت في هذه المسألة عن كثافة الكون. وعندئذٍ لابد أن نتائجها ستكون أساسية، إذ سنعرف هل نحن ماضون نحو توسع بلا حدود؟ أم نحن ماضون نحو عهد سينكمش فيه الكون؟ وهل سينتهي أمرنا إلى برودة أبدية، أم أننا سننتهي في حرارة لا تطاق؟



● منقوشة أوربية من القرون الوسطى لعالم بالنجوم، وصل إلى نقطة تقاطع الأرض مع الشمس. نجد في أعلى اليسار بعض العجلات التي تحرك النجوم.

-٦-

المكان والزمان والكوانتونات

حديث أُجري مع جان - مارك ليفي - لوبلون[1]، أستاذ في جامعة نيس (مختبر الفيزياء النظرية)

إميل نويل: عند التعرض للنظرية الكمومية، يتساءل غير المختص هل لمفهومي المكان والزمان معنى هنا أيضاً. لأن السؤال في هذا الميدان ينحصر أخيراً هل الفضاء موجود؟

جان - مارك ليفي - لوبلون: إن الفضاء، ليس موجوداً فحسب، بل إنه موجود- إن صح لي القول- بالطريقة نفسها التي كان عليها قبل النظرية الكمومية. إذ ليس الفضاء هو ما أكمم في هذه النظرية. ولكي أقرب الأمر، دعنا نعد إلى الصورة التي عرضتها في حواري معك عن النظرية النسبية: فالممثلون تبدلوا كلياً على مسرح الفيزياء المعاصرة، والممثلون الجُدد الكموميون لا شيء في طريقة تمثيلهم يربطهم بممثلي الماضي الكلاسيكيين. فهم، كما سنرى بعد قليل، يكادون أن لا يكونوا أبداً في محل محدد، بل هنا وهناك، أو تقريباً، في كل مكان مرة واحدة. ولكن المسرح، ظل- وهنا الغرابة- كما هو لم يُمس. والفضاء من حيث البنية ظل هو نفسه، أو بقول آخر، ظلت النظرية النسبية (سواء أكانت نظرية غاليليه التقريبية، أم نظرية أينشتين التي نعتقد في الوقت الراهن أنها الأفضل) سارية بتمامها في ميدان النظرية الكمومية. وبعبارة أخرى، إن محتوى النظرية النسبية، وأعني شرح العلاقات بين قيم المقادير الفيزيائية المأخوذة من مختلف وجهات النظر، ظل هو نفسه. وهكذا ترى أن ما جرى من تعديل في الميدان الكمومي، لم يتناول التصور

---

(١) Jean – Marc Levy - Leblond.

الشامل للمكان والزمان. وقد يكون هذا الأمر غير متوقع. ولكن هذا ما جرى. وظل المكان والزمان، من حيث بنيتهما الشاملة الكلية، على حالهما.

إذاً ما هي العلاقات بين هذا المكان- الزمان وبين النظرية الكمومية؟

لا بأس، هذا أفضل. قلت إن ما تبدل ليس أبداً المسرح، بل الممثلون. وهنا، في مجال التمثيل، جرى تعديل شامل، بل تعديل جذري. فعلى هذا المسرح الذي لم يمس، أي في إطار المكان- الزمان، أصبحت الإجراءات الآن مختلفة كل الاختلاف. وهنا تكمن الغرابة الواضحة وصعوبة المفاهيم في نظرية الكم. وأكرر بإلحاح، إن ما تعدل عند الانتقال من مجال الفيزياء التقليدية إلى مجال الفيزياء الكمومية، ليست خواص المكان وخواص الزمان العامة البنيوية، بل الخواص النوعية للأشياء الفيزيائية، أي الخواص المتعلقة بها وحدها. فإذا أخذنا شيئاً فيزيائياً من النوع التقليدي: كريات صغيرة مثلاً، أو ذرات غبار، أو حتى سيارات، نجد أن الخاصة الرئيسية لهذا الشيء من الوجهة المكانية، هي أنه موجود في مكان ما، أي أن باستطاعتنا التأكيد في كل لحظة، أن هذا الشيء موجود في هذا المكان أو ذاك، وأن باستطاعتنا أيضاً إعطاء بيان بمختلف النقاط التي يحتلها تبعاً للزمن الذي يمضي. ويبدو غنياً عن القول: أننا نستطيع أن نعزو موضعاً أو نقطة من الفضاء لكل جسم، إذ يمكننا القول: «إنه هناك وليس في أي مكان آخر غيره». والآن، إليك ما تعدل كلياً في الفيزياء الكمومية: إن الشيء الكمومي هو شيء غير متوضع- هذا عدا استثناءات خاصة تتعلق بحالات نوعية. ولا يمكن، بوجه عام، أن نقول عن إلكترون إنه في مكان ما من الأمكنة. إنه موجود من حيث كونه إلكتروناً- مطلق إلكترون- ولكن ليس له وضع وحيد معين تمام التعيين، ولا يمكن أن نعزو له مكاناً محدداً. أو بقول آخر: إن هذا الإلكترون يتمتع بنوع من خاصة الوجود في كل مكان على مسرحنا الفيزيائي.

دعني أشرح ذلك على طريقتي: في الميكانيك الكلاسيكي، نحدد موضع جسم متحرك بأربعة متغيرات،هي إحداثيات المكان الثلاثة، والإحداثي الزمني. فمثلاً نقول: في الزمن «ز» الجسم في هذا الموضع من المكان، وفي الزمن «ز+١» سيكون هناك، وفي الزمن «ز-١» كان هنا. أما في ميكانيك الكم، فعلى الرغم من أننا نستعمل هذه المتغيرات الأربعة، إلا أننا لا نستطيع أن نحدد موضعاً بيقين، بل يجب أن نكتفي باحتمال (كون إلكترون مثلاً في هذا المكان أو ذاك).

صحيح، لم نعد فعلاً نستطيع أن نقول عن شيء، وليكن إلكتروناً مثلاً، إنه في المكان الفلاني. كما لا يمكن بالتالي أن نحدد له ثلاثة أعداد تكون إحداثيات وضعه الثلاثة.

تقصد لكي تكون إحداثيات موضعة في زمن معين؟

نعم، في زمن معين. بل كل ما نستطيع قوله إنه وسطياً في ذلك المكان، ولكن مع شيء من الضبابية. وهذه الضبابية هي الشيء الهام طبعاً، لأنها هي الكمومية بنوع خاص. وقد تحدثت عن عدم اليقين، عن «الارتياب»، وهذا فعلاً هو التعبير الذي أُدخل في بدايات النظرية الكمومية، والذي لا يزال يُستخدم في أغلب الأحيان. والحقيقة إن كل ما في الأمر هو أننا بحاجة للتعامل مع شيء، كالإلكترون. وهذا الإلكترون، كنا نظن سابقاً أنه يجب أن يكون دائما في مكان معين تماماً. ولكن وجدنا أننا عندما نحاول تحديد حالته، نلاحظ أن وجوده ليس مؤكداً في هذا المكان، بل إنه في منطقة كذا، وباحتمال قدره كذا. غير أن المراقب ميال عندئذٍ إلى أن يقول في نفسه إنه إجمالاً في المكان الفلاني بـ «ارتياب» محدد. ولكن لا بدّ من أن نتفاهم حول الكلمات: إن المشكلة التي تثيرها كلمة «ارتياب» هي أنها تلقي في روعنا أنا لسنا على «يقين». وهذا يعني على كل حال «وضمناً على الأقل» أن الإلكترون موجود في مكان ما، لكننا لا نعرف أين، وذلك إما لأننا لسنا من الشطارة بما يكفي، وإما لأن الطبيعة تآمرت علينا، ومنعتنا من تحديد موضع هذا الإلكترون. ولكن الإلكترون لابد أنه من خلف الظواهر القابلة للقياس، موجود في مكان ما، وإن كنا لا نعرف أين هو تحديداً.

والارتياب عندئذٍ هو قياس جهلنا؟

نعم إن الارتياب بمدلوله هذا هو قياس مدى جهلنا. ولكن المشكلة كلها هي أن نعرف. أهذا الجهل مطلق ونهائي وعائد كما قلت إلى «مؤامرة» طبيعية، أم أنه، على العكس، موقت يزول عند وصولنا يوماً إلى وضع نظرية جديدة ووسائل جديدة تقول لنا في النهاية أين الإلكترون حقاً. وهنا، حول هذه النقطة، تعددت المدارس الفلسفية.

ألا يوجد موقف ثالث؟ موقف يتساءل مثلاً: أهذا الارتياب حقيقة قائمة؟

نعم، إن الاتجاه العام يميل حالياً إلى هذا التصور الأخير. وأظن أن معظم الفيزيائيين يميلون حالياً إلى تصور الأمر على النحو التالي: إذا كنا لا نعرف أين

الإلكترون فذلك لأنه ليس له مكان ما، وبتحديد أكثر لأنه ليس في مكان محدد. وهذه الضبابية التي يدعونها في التعبير الحديث «تبددأ» بدلاً من «ارتياب» هي شيء موضوعي، واقعي. وعدم إمكان تخصيص الإلكترون بموضع واحد، شبيه بعدم إمكان تخصيص ضوء الشمس بلون معين وحيد، وهذا التشبيه دقيق إلى الحد الكافي. ذلك أن ضوء الشمس الذي يردنا من الشمس ليس له لون صاف محدد تماماً، وإنما مجموعة من الألوان. ولو تركناه يمر من موشور لرأينا أنه خليط من الأحمر والأخضر الخ، حتى الأزرق والبنفسجي، أي أن له طيفاً من الألوان. وهذا الأمر نفسه، يصح في النظرية الكمومية من أجل جميع المقادير الفيزيائية. إذ نعتقد اليوم أن الأشياء الكمومية، لا تتميز فيها المقادير الفيزيائية بقيم عددية محددة تماماً، بل تتميز **بأطياف**. فالإلكترون مثلاً- ولنعبر عن غرضنا بلغة فجّة- ليس له موضع واحد، بل له عدة مواضع في وقت واحد. وهذا أمر يصعب إدراكه وتصوره لأننا اعتدنا على نمط معين من الأشياء، هي تلك التي نتداولها على صعيد حياتنا اليومية- فكرياتنا الصغيرة أي الجسيمات كما كنا نتصورها، لم تعد صالحة. فإذا كان الأمر كذلك، يصبح لزاماً علينا الاعتراف بأن الإلكترون ليس أبداً على صورة الكريّة الصغيرة هذه نفسها، وإنما له سلوك مختلف، وخواصه الفيزيائية لها تبدد صميمي أساسي (أي من ذاتها، من طبيعتها).

ولكن هل ثمة تجارب تجيز لنا تبني هذا التصور بدلاً من التصورين السابقين، أم كان هذا مجرد تبرير نظري.

القضية بالأحرى قضية تصور نظري. فلو قال لي زيد من الناس: «إنني من جهتي سأظل مقتنعاً بأن خلف النظرية الكمومية، وخلف هذا الخط الذي تدل الظواهر أنها تسير فيه الآن، تكمن نظرية أخرى ذات طبيعة كلاسيكية أكثر من هذه، بحيث يكون فيها للإلكترون شيء يشبه الموضع، بل إني لمستعد للمراهنة على أن هذه النظرية ستكون جاهزة في غضون السنوات الخمسين القادمة»، عندئذ ليس لي إلا أن أراهنه، إذ لن أستطيع أن أبرهن له أنه مخطئ. ولكن ما أستطيع أن أبرهن عليه بالمقابل، هو أن كل نظرية من هذا النوع الذي يتمناه، لابد أن تكون شيطانية في دهائها وفطنتها، لأنها يجب أن تتظاهر بمظهر النظرية الكمومية كله بدقة فائقة. ذلك أن النظرية الكمومية- وهذا أمر جوهري- تفسر في الوقت الراهن عدداً مذهلاً من الظواهر، كما أن تماسكها الداخلي خارق القوة. أضف إلى ذلك

أن هذا الاتجاه لم يكن اتجاهاً في العلم فحسب، بل كان حتى هذه اللحظة هو اتجاه الآراء عامة في العلم، حتى إنه لا رجعة فيه إلى الوراء. (وأكرر القول: أن هذا ليس ببرهان). ولكن أحب أن أنوه أنه عندما نصادف أمراً يتعارض مع مفاهيمنا، بحيث يضطرنا إلى إدخال أفكار جديدة مزعجة، يظل هناك دائماً، ولبعض الوقت، ميل إلى اعتبار أن ما صادفنا ليس سوى مرحلة مؤقتة وأننا سنتمكن من العودة إلى أفكارنا القديمة الطيبة. ولكننا الآن، شئنا أم أبينا مدفوعون إلى نوع من الهروب إلى الأمام، وإلى تعديل كل تصورنا عن العالم. أضف إلى ذلك، أن من الواضح الجلي، أن فيزيائيي الأجيال الراهنة ليس لديهم إطلاقاً نوع المشاكل المفهومية نفسها التي عانت منها الأجيال منذ خمسين أو ستين عاماً، والتي أظهرت إلى الوجود نظرية النسبية. كما أن من المؤكد أن الآباء المؤسسين كانوا قد تربوا في تقليد مختلف. *أما اليوم*، فالغريب أن الآية انعكست، بمعنى أن الصعوبة الكبرى بالنسبة للفيزيائيين المعاصرين ليست في الفيزياء الكمومية بقدر ما هي في *الفيزياء الكلاسيكية*. ولأشرح ذلك. بالنسبة إلى دوبروي وشرودنجر وأينشتين وهم من الأجيال الماضية، كان من الصعب جداً أن يفهموا كيف تتصرف الإلكترونات، لأن الأفكار السائدة لديهم أتتهم من التجربة التي كانت لديهم عن الكريات والسيارات والأشياء «الشائعة» العادية. أما بالنسبة لفيزيائي نظرية الكم الذي يمارس في مخبره تجربة يومية عن سلوك الإلكترونات والنوترونات وكل الأشياء الكمومية من حيث وجودها في كل مكان، فإن ما يصعب فهمه هو لماذا كان سلوك الكرية الصغيرة المكونة في جميع الأحوال من إلكترونات وبروتونات ونوترونات، مختلفاً بهذا الشكل عن مكوناتها. ثم، لماذا تظل المظاهر الكلاسيكية قائمة على الرغم من أنها تعتمد على نظرية كمومية مختلفة عنها كل هذا الاختلاف؟ ثمة مشكلة هنا حقاً، مشكلة ليست فلسفية فحسب، بل إنها مشكلة فيزيائية لم تسوَّ كلياً. ولكنك تلاحظ أن اتجاه السؤال قُلب رأساً على عقب، لأنه لا يتجه من النظرية الكلاسيكية إلى النظرية الكمومية، بل إنه يتجه الآن في الاتجاه المعاكس. إذ إن الصعوبة تكمن في فهم السبب في كون النظرية الكلاسيكية لا تزال قائمة ولها دور هام أيضاً[1].

---

(١) من المظاهر الكمومية مثلاً أنه لا يمكن تحديد موضع الإلكترون وسرعته في آن واحد. وكذلك لا نستطيع أن نقول مدار الإلكترون، لأن هذا يعني نوعاً من التحديد. فهو لا يمكن أن يكون كالكريَّة التي نعرفها. ومع ذلك فهو يتصرف أحياناً كالكريَّة، بدليل أنه يقوم

أو بشكل آخر: لقد انتقلنا من تصور للذرة على أنها كرية مصمتة ككرية «البليار»، إلى تصورها على شكل منظومة كوكبية «تمتلئ» المادة فيها بالفراغ. ثم هانحن الآن، مع هذا الارتياب في الموضع، يمكننا أن نتصور الذرة مليئة بالارتياب- هذا فيما لو أجزت لنفسي هذه الصورة- أي إنها ليست فارغة إطلاقاً.

هذا صحيح، باستثناء أنني شخصياً أستنكر عبارة «ارتياب» لأنها حمَّالة للالتباس. كما أن النموذج الكوكبي تصوير فج إلى أبعد الحدود، هذا عدا أنه غير مجد. وهو لم يصلح إلا في حالة واحدة لا تزال للعجب سارية بشكل جيد، وهي حالة ذرة الهيدروجين. فقد استطاع بوهر أن يبدأ في فهم هذه الحالة في إطار كمومي مستعيناً بنموذج كوكبي كلاسيكي شبيه بنموذج المنظومة الشمسية. إلا أن الشروط التي فرضها عليه كانت، علاوة على أنها قسرية[1]، متعارضة كل التعارض مع النموذج ذاته، ولكن هذا النوع الغريب من التصورات والأوهام هو الذي ساعد على الانتقال من النظرية الكلاسيكية إلى النظرية الكمومية. وهنا يبقى سؤال محير: ترى كيف استطاع هذا الوهم أن يحيا حقبة من الزمن، كانت، على قصرها، حقيقة واقعة، مع أنه لم يتح لهذه الشروط التي أدخلها بوهر أن تنجح أبداً في ذرة أخرى. وإذا أمكن لها أن تفسر حالة الهيدروجين بعد بعض التعقيد، فهي لم تنجح أبداً في تفسير غيره. فذرة الهيليوم التي نعرف أنها أبسط الذرات بعد الهيدروجين (لأن لها إلكترونين)، لا تستجيب بحال من الأحوال إلى نموذج كلاسيكي بمثل هذه البساطة. وفي هذا إذاً مثال أسوقه لك عن الهروب إلى الأمام الذي شرحته منذ قليل. فنحن نعرف الآن أن النموذج الكوكبي لا يمكن التشبث به، ولا يمكن أن نتصور النواة على شكل شمس صغيرة، والإلكترونات تدور في مدارات يمكن تحديد وضعها عليها. ثمة فعلاً إلكترونات يمكن عدها، ولكن هذه الإلكترونات ليست بحال من الأحوال نقاطاً محددة، وإنما هي «ضبابية» والذرة مليئة بهذه الضبابية.

بعملية دفع أحياناً. ولكنه يبدي في أحيان أخرى تصرفاً كتصرف الأمواج. وهذا يصح على كل الجسيمات الأولية. ومع ذلك تبدو الأجسام على ما هي عليه، وتنطبق عليها القوانين الكلاسيكية.

(١) هي قسرية لأنه فرض على الإلكترونات (التي كان يتصورها كالكريات العادية) أن تدور في مدارات معينة دون غيرها.

أجل إنها ضبابية احتمالية، أو نوع من السديم الذي يمكن معرفة بعض أوجهه. ولكن أليس هذا التصور أسلوباً آخر يعيدنا إلى المثنوية جسيم/ موجة؟

نحن اليوم أميَل إلى الاعتقاد أن هذه «المثنوية: موجة/ جسيم» ربما كانت أيضاً طريقة (أو مرحلة) انتقالية في النظر إلى الأشياء. فقد لوحظ أن الإلكترونات تشبه جسيماتنا الكلاسيكية من جهة، أي تشبه حصيات صغيرة، لأننا استطعنا أن نعدها مثلاً كما نعد الحصيات، وتشبه من جهة أخرى الأمواج شبهاً شديداً- أو بالتحديد تشبهها بضبابيتها وتبددها ووجودها في كل مكان. فالإلكترون، يكاد يكون في كل مكان فهو كالأمواج التي لا يمكنك أن تحدد مواضع منظومة منها على سطح البحر- إذ إن البحر مليء بالأمواج! فالإلكترونات تشبه من بعض الأوجه الدقائق والجسيمات، وهي تشبه من أوجه أخرى الأمواج. وهكذا إذاً كنا مساقين إلى التفكير بلغة المثنوية. وهذه الفكرة (المثنوية) من المؤكد أنها مرت بفترة كانت فيها مفيدة، إلا أنها أيضاً تخطيطية، تبسيطية، كفكرة وصف الأسطوانة بما يمكن أن ندعوه «مثنوية مستطيل/ دائرة». خذ أسطوانة، ولتكن «علبة كونسروة» مثلاً، فإذا نظرت إليها باتجاه محورها رأيتها دائرة، وإذا نظرت إليها وهي في وضع رأسي، رأيتها مستطيلاً، عندئذ ستصف العلبة بهذه المثنوية دائرة/ مستطيل؟ وهذه طريقة للرؤية مبالغ في تبسيطها! إذ إن الواقع شيء آخر غير ذلك. فالعلبة لا هي دائرية ولا هي بمستطيل، إنها أسطوانة، وهذه الأسطوانة لها جانب دائري، ولها جانب مستطيلي، ولكنك حين تنظر إليها من زاوية عامة، فإنك لن ترى دائرة ولا مستطيلاً، بل شيئاً آخر أكثر تعقيداً. والأمر ذاته بالنسبة للأشياء الكمومية: فالإلكترون أو البروتون، لا هو موجة ولا هو جسيم، إنه شيء أعم من ذلك، شيء يشبه الموجة حيناً، ويشبه الجسيم حيناً آخر، فمن المناسب أن نطلق عليه اسماً خاصاً به هو «الكوانتون»...

صحيح، ولكن هذه الحقيقة مع ذلك، أعني حقيقة أن يكون الجسيم تقريباً في عدة أمكنة في وقت واحد، لابد أن تترتب عليها أمور، ومن بينها أمور فلسفية، أليست هذه هي ما يدعى بـ «اللاموضعية».

بكل تأكيد، هذه هي «اللاموضعية». والنتيجة الفلسفية العميقة التي تترتب عليها جوهرية، وجوهرية أكثر من «اللاموضعية» وأعني بها «لاإنفصالية» العالم.

... التي تنجم عنها، أي عن «اللاموضعية»، أليس كذلك؟

نعم، التي تنجم عن اللاموضعية، قطعاً! فالإلكترون مثلاً يكاد يكون تقريباً في كل مكان في آن واحد (على أننا يجب أن لا نبالغ. فكما قلت منذ قليل: هذه الغيمة، أو هذه الضبابية الاحتمالية، هي في متناول علمنا، فهي ليست غير معينة، بل بالعكس، يمكن للنظرية تنظيمها بكل إتقان)، ولكن وجود الإلكترون في عدة مواضع في وقت واحد- هذا إن تجرأت وعبرت بها الشكل- يجعل من الصعب فصل العالم إلى قطع صغيرة مستقلة بعضها عن بعض. وهكذا إذاً تؤدي لا موضعية الأشياء إلى نوع من عدم إمكان فصل العالم، أي تؤدي إلى بعض الارتباطات بين ظواهر فيزيائية متباعدة جداً في الفضاء، مع أنها متأينة ومتزامنة[1]. وهذه فكرة مزعجة في نظر الفيزياء الكلاسيكية، كما أنها أفسحت المجال للكثير من التأويلات والشروح، هذا عدا عن قيام محاولات لتأسيس علم مقابل أو شبيه بعلم النفس، وعلوم أخرى سميت العلوم الكاذبة. ولكن الأمور بالنسبة لمعظم الفيزيائيين، لم تبلغ لحسن الحظ هذا الشطط. صحيح أن العالم لا يمكن فصله، ولكن إلى حد معين. فكما قلت منذ قليل، لم يبق شيء البتة من تلك الكريات الصغيرة التي كنا نشكلها من الإلكترونات والبروتونات. فهذه الكريات التي كنا نتصورها قابلة للفصل. ولكن من المؤكد أننا ما زلنا لا نفهم هذا الأمر فهماً كاملاً. وما زلنا لا نعرف معرفة جيدة جداً كيف نقيم العلاقة بين العالم الكمومي والعالم الكلاسيكي. إلا أن الفكرة التي تقول: من سلوك الأشياء الغريب على الصعيد الكمومي، يمكننا الوصول إلى نتائج فلسفية عامة، أو شرح انتقال الأفكار عن بعد، أو غير ذلك من الكلام الفارغ، هذه الفكرة هي شيء نظري بحت، ومجرد خيال- وليس فحسب لا دليل يؤكده- بل ليس له مبرر[2].

ولكن من الوجهة النظرية، ألا يصبح مفهوم المكان في وضع قلق نتيجة إمكان الحضور في أماكن متعددة بينها مسافة كبيرة؟ ألا تتلاشى أو تبطل فكرة المسافة نفسها بهذا الأمر؟

حتى الآن، لا يبدو ذلك، ولكن على كل حال، قد تدهشنا هذه النتائج، وحتى ربما نأسف لأن رؤية هذا المسرح الكوني الفارغ المجرد، الذي تجري عليه حوادث مما

---

(١) بمعنى أن هذا الارتباط أو الاتصال عن بعد لا يحتاج إلى زمن وهذا وجه الغرابة.

(٢) دلت التجارب التي أجراها أسبيه Aspet وآخرون أجروا تجارب أحدث منها أن هذه اللاموضعية حقيقة أكيدة. وقد أجريت التجارب بمختلف الصور التي كان من المتوقع أن تنفعها ولكنها للأسف ظلت حقيقة قائمة يصعب علينا تصورها لأنها تخالف كل ما ألفناه.

هب ودب بلا مبالاة، ليست أبداً مريحة للعقل. على أن الوضع في الوقت الراهن يبدو هكذا. كما يبدو أيضاً، أن من الممكن وصف ما يجري على مسرح العالم وصفاً جيداً جداً، دون أن يوجب علينا هذا الأمر المساس بالإطار العام. وعلى كل حال، ثمة آراء في هذا الشأن لا شك أنها جذابة، وهي قديمة لا حديثة، منها مثلاً آراء ماخ (الفيلسوف والفيزيائي النمساوي الذي عاش في نهاية القرن الماضي). كان رأي ماخ أن فكرتي المكان والزمان نفسيهما يجب أن تُعدا وتُجهزا بدءاً من خواص الأشياء التي تنتقل ويؤثر بعضها في بعض في المكان وفي الزمان. أو بقول آخر، لنكف عن التمييز بين حاوٍ ومحتوى. وأنا شخصياً، أرى أن هذا الرأي من الناحية الفلسفية يرضي أكثر من غيره بكثير. ولكن للأسف، لم يبد حتى الآن أن تطور الفيزياء يؤكد هذا الرأي، بل يبدو في الوقت الراهن، أن من الممكن أن نميز، وبطريقة اصطلاحية تماماً، بين حاوٍ لم يكد يتبدل بالنسبة لما كان عليه في عصر الفيزياء الكلاسيكية، بما فيها التطور الأينشتيني، وبين محتوى هو الآن غريب كمومي.

وقد قيل مع ذلك، إن ظهور النظرية الكمومية، يمكن أن يُضرُّ بنظرية اينشتين، أي أن مفهوم المكان- الزمان قد تفجر إلى حد ما.

نعم، بل إن هذا يثير الدهشة والاستغراب، وأعني هذا الرأي الذي كثيراً ما نصادفه، مع أن أعمال الفيزياء النظرية خلال العقود الأخيرة، تنقضه كلياً. حقاً إن النظريات الكمومية هي نظريات معقدة جداً، وهي معقدة جداً للسبب التالي: إن العلاقة الشهيرة «الطاقة تساوي جداء الكتلة في مربع سرعة الضوء» التي هي أحد الأركان للنظرية النسبية، تترتب عليها نتائج خطيرة، إذ تعني: إذا أعطيتك طاقة، تستطيع أن تنتج مادة. ولهذه النتيجة نتائج على مستوى سلوك الأشياء الأولية، الكوانتونات. لأن تحول الطاقة إلى كتلة، يعني إمكان صنع أشياء جديدة من الطاقة الجاهزة. وعلى هذا تصبح التصادمات والتفاعلات بين الجسيمات الأولية معقدة إلى أبعد الحدود. وهذا التعقيد، يؤدي، في الإطار النظري، إلى تعقيدات قوية تجعل إجراء الحسابات صعباً للغاية. وهكذا كانت النظريات الكمومية النسبوية على درجة من التعقيد الرياضي الشكلي بحيث لا نستطيع أن نخلص منها إلا إلى القليل من النتائج. فهذه النظريات ببساطة تتعثر بحقيقة أننا لا نعرف كيف نخلص منها إلى نتائج واضحة. كما لا نعرف كيف نجري الحسابات حتى نهايتها. فقد نعثر على حسابات تعطي نتائج لا نهائية، ثم لا نعرف كيف

نتخلص منها إلا بالجهد والتعب. ويعتقد كثيرون أن هذه الصعوبات، هي في الأساس، صعوبات تقنية. ولكنها أثارت لدى فئة من الفيزيائيين (في فترة سابقة) رغبة في إجراء محاولة جذرية شبيهة بالمحاولة التي لاقت نجاحاً وأي نجاح، عند من سبقونا بجيلين أو ثلاثة، وذلك عندما جابهتهم صعوبات الكهرطيسية الكلاسيكية في نهاية القرن الماضي. وكان البديل الثوري هو الذي فاز في النهاية. فقد رموا كل شيء خلفهم وبنوا نظرية كمومية كانت جديدة كل الجدة. والآن أيضاً، راودت البعض فكرة القيام بعمل مماثل، أي أن يرموا كل شيء ويبدأوا من جديد. ولكن يبدو للعجب أن الذي أحرز النجاح الأكبر في الوقت الراهن هو موقف محافظ أكثر مما سبق بكثير. وهذا الموقف يقوم على التمييز في الصعوبات بين ما هو تقني وما هو عائد للمفاهيم والمجردات. فعلى الصعيد الثاني، المفهومي، لدينا دلالات طيبة لصالح التمسك بشرعية الإطارات البنيوية للمكان والزمان. لا بل أضيف أيضاً أن ذلك صحيح حتى إن نظرية أينشتين النسبوية هي الأساس الذي يمكن أن يُعتمد للبرهان على نتائج بالغة العمومية في النظرية الكمومية، والبرهان على وجود الجسيمات المضادة مثال واحد من أمثلة عديدة. وهو الآن واحد من النظريات الكمومية المبنية أساساً على التأكيد بأن الإطار المكاني- الزماني هو فعلا أينشتيني. ونحن نعلم أن هذه النتيجة الأساسية (وجود جسيمات مضادة) تحققت باستمرار. فقد وُجد لكل جسيم جديد جسيم مضاد. ونرى من هذا المثال إلى أي حد كانت نظرية أينشتين النسبوية خصبة، إذ ليس فحسب أنها لم تدخل أبداً في تعارض صريح مع النظرية الكمومية، بل إنها على العكس أخصبتها باستمرار حتى إنها غالباً ما كانت لها الدليل، أو على الأقل السياج الأمين. لقد ألزمتها حقاً أن تسير في طريق صعبة وعرة تصادفنا فيها صعوبات هائلة، ولكن لا شيء حتى الآن- وأكرر قولي- يأذن لنا بالتفكير في أنها هي ما يجب أن يكون موضع الريبة، بل العكس هو الصحيح.

وإذا كان الأمر كذلك، فما رأيك في القول الذي يؤكد أنه ما زالت هناك ضرورة لتوحيد هاتين النظريتين، أي كما لو أنهما كانتا في تعارض بينهما.

أعتقد أن هذا القول، ذو ثورية كاذبة، وأنه يسعى إلى إطالة مواقف تجاوزها الزمن. والحقيقة إن ما هو مطروح الآن ليس توحيد النظرية الكمومية مع النظرية النسبية المدعوة بـ «الخاصة» (وهي ما عنيته بحديثي حتى الآن)، بقدر ما هو مع

النسبية الموصوفة بـ «العامة». والحقيقة إن هذا التوحيد هو في الطريق الآن إلى الإنجاز، ولكن ربما على شكل غير متوقع تقريباً. ففي حين ظن الفيزيائيون- على الأقل أينشتين وبعض تابعيه- أن عليهم المضي في تعديل النظرية الكمومية لكي تنسجم مع النسبية العامة، فقد بدا الآن أن ما يتم، هو تقريباً العكس. إذ إننا لن نغير النسبية العامة، بل طريقة فهمنا لها، وسرعان ما انسجمت أخيراً، وبشكل جيد جداً، مع النظريات الفيزيائية الأخرى التي بين أيدينا. فنحن اليوم نميل أكثر فأكثر لأن نفهم نظرية النسبية العامة على أنها نظرية للحقول ، وليس على أنها نظرية هندسية، إذ بعد ذلك، تصبح هذه النظرية شبيهة جداً بالنظريات التي يُعدها الفيزيائيون لوصف أحد الحقول، كالتأثيرات المتبادلة النووية مثلاً.

أما الاستمرار في ترديد مثل هذا الكلام عن التعارض بين هاتين النظريتين، فيبدو لي أنه يعكس واقعاً لأمور تجاوزها الزمن كلياً، وهو لا يأخذ بعين الاعتبار الواقع الذي يقول إن النظرية الفيزيائية تتطور حتى عندما تظل صالحة سارية! بل إن الضلال كل الضلال يكمن في ظننا أن الفيزياء تنهج سبيلاً واحداً هو سبيل الطفرات والتغيرات المفاجئة. أي إننا نعثر على نظرية، ثم تظل هذه النظرية صالحة لا تبدل فيها إلى أن تحين اللحظة التي نهملها فيها. بل إن الأمر أعقد من ذلك بكثير! إن النظريات تعيش ويطرأ عليها التعديل. فمع أنك لا تغير المعادلات، إلا أنك تغير طريقة فهمك لها تغييراً ملحوظاً. وهذا ما حدث في العقود الماضية. فقد ظلت نظريات العشرينات من هذا القرن، (سواء أعنينا النظرية الكمومية أم النسبية) صحيحة تماماً، وفي الوقت نفسه تعدلت تعديلاً واسعاً. فالمعادلات ظلت نفسها، ولكن طريقة فهمنا لها تعدلت كثيراً. حيث ظُن في بعض الأحيان وجود تعارض، تبين الآن أن هذا التعارض كان، ببساطة، نتيجة نظرة معينة إلى هذه النظرية أو تلك (من هاتين النظريتين)، وأن هذه النظرة كانت متخلفة عن مدى التجديد الخاص في كل منهما. فنحن لم نكن قد فهمنا بعد إلى أي مدى كانت هاتان النظريتان جديدتين ومختلفتين.

أما إذا سلمنا، بتصميم وثقة، أن هاتين النظريتين تضطراننا إلى التفكير بعبارات جديدة حقاً، فإن معظم التعارض بينهما يختفي، حتى ليفسح المجال عندئذٍ لأسئلة

حقيقية ما زالت بلا حل. وأنا لا أؤكد هنا طبعاً أن لا وجود للمشاكل، بل أؤكد أن المشاكل ليست حيث كنا نظن[1].

---

(١) لعل الفكرة التالية توضح هذه الفقرة الأخيرة. في رأي أينشتين (وهو خصم عنيد للتأويلات الاحتمالية التي أعطيت للنظرية الكمومية) أن الكون يمثل واقعاً هندسياً. بمعنى أن المستقيم والمنحني الخ تحققها الأجسام المادية وعلى هذا الأساس يفهم أينشتين أن الكون بماضيه وحاضره ومستقبله هو واقع راهن يحقق صورة هندسية ربما كانت النظرية النسبية العامة هي الشكلية الهندسية المطلوبة له. وأن قوانين الطبيعة كلها ما هي إلا نظريات هندسية (على الأقل نظريات الحقول). وعلى هذا النحو يصبح المستقبل معيناً ومحدداً سلفاً بكل ما سيأتي به. لأن الهندسة لا تترك مجالاً للمصادفة والاحتمال، وعلاقاتها حتمية. في حين أن النظرية الكمومية التي تعتمد الاحتمال في حقائقها تناقض هذا الأمر، لأن المستقبل ليس محدداً بالحاضر، أو هو غير متوقع حتماً فالمعادلات لا يمكن أن تحدد سير الطبيعة إلا ضمن احتمال معين (في مجال الجسيمات على الأقل)، فهي تقول أن الحادث كذا سيقع باحتمال قدره كذا. وهنا يقول المحدث: إن هذا التعارض سيزول عندما ينظر إلى النسبية لا على أنها نظرية هندسية، وإنما هي مجرد نظرية من نظريات الحقل. أو بالأحرى إن حقل الثقالة وحقل الكهرطيسية الخ هي حقائق فيزيائية وليست نظريات هندسية وعلى هذا ليس ثمة تناقض في أن تتعاون كلها معاً. أو حتى يكون لها صياغات كمومية أي تتوصل إليها الكمومية بشكلية رياضية أخرى تنطلق من الواقع، أي بشكلية غير الشكلية الهندسية التي أثمرت في مجال الثقالة وحده. وعندئذ يمكن وضع صيغة كمومية لحقل الثقالة تتسق مع السير العام لفيزياء الكم. ولكن يُظن اليوم أن نظرية الأوتار الفائقة استطاعت أن تحقق مثل هذا التوحيد الشامل إلى حد بعيد (أصدرت دار طلاس كتاباً يبحث في هذه« النظرية» بعنوان «الأوتار الفائقة»).

-٧-

اللاعكوسية

حديث أجري مع جيوفاني تشيكوتي[1] أستاذ الفيزياء الجزيئية في جامعة روما (معهد الفيزياء ج. ماركوني).

إميل نويل: بالنسبة لي عندما أتحدث عن اللاعكوسية، أجد نفسي مرتبكاً بعض الارتباك بمفهومي عن المكان والزمان. إذ يبدو لي لأول وهلة أن واحداً فحسب من هذين المفهومين هو المعني. ذلك أن المكان، بالنسبة لأمورنا المعاشة الشائعة، عكوس، وهذا واضح، لأني أستطيع العودة إلى المكان الذي غادرته، وأستطيع أن أذهب وأن أجيء، وأستطيع الحصول على تذكرة «ذهاب وإياب» ولكن عقربي ساعتي نفسيهما، يظلان يدوران في الاتجاه نفسه حتى وأنا عائد إلى مكاني. فالحس القائم على البداهة يتعارض مع فكرة الزمان العكوس، فكيف هو الأمر بالنسبة للفيزيائي؟

جيوفاني تشيكوتي: نعم، في الحقيقة هناك فرق هام يجب أن نلاحظه بين المكان والزمان. فالمكان بالنسبة للفيزيائي مثلما هو عندك أو عند أي إنسان، عكوس بكل معنى الكلمة. أو، إن عكوسية المكان لا تطرح مشكلة. صحيح أن دراسة الظواهر التي يقال لها لا عكوسة ساعدت على فهم البنى المكانية للمادة في حالتها المكثفة، ولكن لم يكن لهذا الأمر أي تأثير في فكرة المكان التي هي مفروضة مسبقاً هنا. فاللاعكوسية إذاً لم تغنِ فكرة المكان.

ولكن ليس هذا حالها مع الزمان.

---

(١) Giovanni Ciccotti.

صحيح، ومع ذلك يجب أن نعرف أن الفيزيائي يعارض في البدء لا عكوسية الزمان كل المعارضة، لأن الزمن أساساً، بالنسبة له، عكوس. وجميع القوانين الأساسية، سواء أكانت قوانين الميكانيك الكلاسيكي/ أم قوانين الميكانيك الكمومي، أم قوانين الإلكتروديناميك، أو بالأحرى جميع النظريات التي تبحث في الأشياء الأساسية التي تكون عالمنا، هي قوانين تتضمن هذه العكوسية دون أن تتقصدها مسبقاً. ومع ذلك تبدو لا عكوسية أمورنا اليومية واضحة ومؤكدة، بل إن لها جذوراً في صنف من الظواهر الفيزيائية التي يسهل مشاهدتها عياناً.

والمسألة هامة، إذ إن هذا التناقض لا يقتصر على التباين بين الفيزيائي- أو علمه- وبين الإدراك الحدسي. بل إنه موجود داخل الفيزياء نفسها بين النظريات التي أدت إليها أصناف متباينة من الظواهر. فالفيزيائي، حين يشرح ظاهرة لا عكوسة شرحاً نموذجياً، كالتوصيل الحراري- أي الميل التلقائي في جسمين متلامسين إلى جعل درجتي حرارتهما واحدة- يضطر إلى التأكد من أن شرحه نفسه يتضمن ميلاً لا عكوساً، أو لا تناظراً زمنياً[1]. ولكن القوانين التي يستعين بها لشرح هذه الظواهر هي نفسها عكوسة بكل معنى الكلمة.

فالفيزيائي ليس عليه فحسب أن يتكفل بتوضيح أمور تقع في الإطار العلمي (أي القوانين العامة النظرية ولا سيما قوانين الميكانيك)، بل عليه كذلك أن يتكفل بتفسير مترابط لمختلف الظواهر التي نجمت عنها لا عكوسية العالم الواسع (الماكروسكوبي). وهذا الميل إلى اللاعكوسية ليس فرضاً مُعطى من البدء بالنسبة للفيزيائي حين يبني تفسيره للعالم (إذ من المفروض أن تكون قوانين الطبيعة عكوسة)، بل شيئاً عليه تفسيره وتوضيح أسبابه.

هل يعني ذلك أن المسائل التي وضعت العلماء أمام هذه الظواهر اللاعكوسة في أول الأمر، هي مسائل ميكانيكية، أعني تقنية أو تكنولوجية، وأنهم اضطروا بعد ذلك، في سبيل تفسيرها، إلى التفكير

---

(١) يرجعون عادة في التوصيل الحراري إلى القوانين التي اشتقها ج. فورييه، في بداية القرن الماضي، ولا سيما المعادلة المعروفة $\frac{\delta u}{\delta t} = K^2 \frac{\delta^2 u}{\delta x^2}$ التي لا تظل على حالها بعد تبديل t و t- (u درجة الحرارة، t الزمن، x المسافة) «المؤلف».

بطريقة أكثر عمقاً ونظرية؟ أو بقول آخر، هل أتت ملاحظة الظواهر المعالجة المستعملة، أو المتداولة، قبل الدراسة النظرية في الترموديناميك؟

نعم، قطعاً، فأول جهد لصياغة ظاهرة لا عكوسة صياغة نظرية، تعود إلى فورييه في بداية القرن التاسع عشر. وكانت المشكلة بالتحديد هي التوصيل الحراري. ولم يلاحظوا آنذاك مباشرة عمومية اللاعكوسية في هذه الظاهرة. إلا أنها، أي الظاهرة، استغلت في بادئ الأمر بهدف إنجاز آلات حرارية ذات فعالية قصوى. وكان الغرض أساساً هو الانتقال في هذا الميدان من فن الصنعة إلى التكنولوجية (أي الدراسات النظرية لهذا الفن لأن الآلات البخارية كانت موجودة قبل ذلك). ثم إن المسألة كانت كلها محصورة في معرفة إلى أي مدى يمكن تحسين عمل الآلة. وهذا ما يفسر لنا العنوان الذي أطلقه سادي كارنو على مؤلَّفه (عام ١٨٢٠ إذا لم نخطئ) حول «قوة الغاز المحركة». فالمسألة كانت بالتحديد السيطرة على قوة النار المحركة.

وقد اكتشف أن من غير الممكن الحصول على الفعالية المطلوبة. إذ ثمة نهاية معينة خاصة بالظواهر الحرارية. وهذه النهاية تمنع تحويل الحرارة إلى عمل آلي تحويلاً كاملاً. وكل المساعي التي بذلت لفهم هذه النهاية الحدية المكتشفة، أدت على يد كارنو إلى صياغة قوانين الترموديناميك الأساسية صياغة عامة. ونرى من الأسهل علينا أن نلخص هذه القوانين بجملة كلاوزيوس الشهيرة:

«طاقة الكون الكلية ثابتة...» (أي أنني لا أستطيع خلق عمل من لا شيء).

و «... أنطروبية الكون تسعى نحو نهاية عظمى».

والقانون الثاني شرحه أصعب من الأول. صحيح أن الصياغة واضحة. ولكن يجب أن نعرف القليل عن ميدانه لكي نفهمه. إنه يعني بالإجمال، أنه لا يمكن الاستفادة من الحرارة كلياً في إنتاج عمل آلي، فثمة نوع من التردي الطبيعي في الحرارة يؤدي إلى «ضياع» يلازم المنظومة[1]. وعلى هذا إذا ما حلت مشكلتي التكنولوجية، ظل أمامي موقف مربك مزعج. فنموذجي الأساسي، نموذج الجزيئات والتأثيرات المتبادلة التي تشكل المادة المكثفة، أو لنقل العالم المحسوس، هو عكوس، بينما

---

(١) أي إن قسماً من الحرارة لا بد أن يتبدد دون فائدة عملية، كأن تسخن الأجهزة أو الجو المحيط بها. وهذه الحرارة لا يمكن الاستفادة منها بعد ذلك كما لابد للآلة أن تتخلى عن شيء من طاقتها لكي نستطيع تشغيلها من جديد.

أكتشف أن ثمة ميلاً طبيعياً إلى تردي طاقته، وأن في تطوره منحى مميزاً يفضل السير فيه، مما يؤدي إلى استحالة استخدام طاقته كلها- التي ظلت مع ذلك ثابتة[1]. وهنا، عند هذه النقطة، تطرح مشكلة نوع من التعارض بين مختلف أقسام الفيزياء: بين الفيزياء الأساسية التي تنشد تفسيراً عكوساً من جهة، وبين الترموديناميك الذي أصبحت له، منذ أمد، مبادئ مثبتة مقررة تُفسر بها الظواهر تفسيراً جامعاً، ولكنه يقتضي لا عكوسية صميمية من جهة أخرى.

إجمالاً، يوجد بين الفيزياء الأساسية وبين نظرية الترموديناميك تناقضاً أو مفارقة، وهذه المفارقة ليست شكلية فحسب. فكان لابد على الأقل، من تقليص حجم هذه المفارقة. فكيف إذاً عولجت هذه المسألة؟

الحقيقة، إن هذا التعارض أصبح واضحاً منذ أن تبين أن الترموديناميك لم يكن مجموعة من القواعد والوصفات، بل بالضبط، فرعاً علمياً مستقلاً كاملاً. وعندئذٍ طرحت مسألة جديدة وهي معرفة أي الفرعين هو السابق الأساسي: أهو الترموديناميك اللاعكوس، أم الميكانيك العكوس. والحقيقة إن النظرية الأساسية العكوسة، كانت في ذلك العهد، أي عهد تطور الميكانيك، هي الميكانيك الكلاسيكي، ولكن السؤال ظل اليوم مطروحاً أيضاً، نظراً إلى أنه، وإن كانت نظريات الأساس مختلفة عن الأخرى، إلا أنها ليست على الإطلاق عكوسة دائماً[2].

والجدير بالذكر، أن الفيزيائيين في العهد الذي طرحت فيه المسألة، أي تقريباً في نهاية القرن الماضي، انقسموا إلى حركتين. فبعضهم حاول إحلال الترموديناميك محل النظريات الاختزالية (أي التي ترجع إلى تطبيق مبادئ الميكانيك الأساسية على المنظومات) رغبة منهم في أن ينطلقوا من الترموديناميك لكي يبنوا تفسيراً كاملاً للعالم، حتى لو أدى ذلك إلى استحالة بناء نموذج للعالم. أما الآخرون، (ومن بينهم بولتزمان الذي يعد اليوم بطلاً عند كثير من الفيزيائيين) قالوا بالمقابل: ((لا،

---

(١) لذلك يجب أن لا نفهم تردي، بمعنى نقصان بالنسبة للكون بمجمله، بل بالأحرى «تراخٍ» تصبح الطاقة فيه موزعة مشتتة على شكل حرارة لا يمكن أن تسترد لتؤدي عملاً.

(٢) وعلى كل حال، صحيح أنهم وجدوا عام ١٩٦٤ في نظرية الجسيمات الأولية، ونتيجة لتجارب عويصة حقاً، دعماً لفرضية تأثير متبادل غير تناظري في المادة، إلا أن هذه الانتهاكات لحرمة التناظر الزمني هي استثنائية جداً لدرجة أنه من العسير جداً أن تعزى إليها اللاتناظرية الزمنية التي تتجلى على صعيد العالم المنظور (راجع أ. أوفرسيث Scientific American العدد ٢٢١، ١٩٦٩ ص ٨٨) «المؤلف».

إن مبدأ بناء العالم يجب أن يكون اختزالياً، حتى لو اضطرنا ذلك إلى إيجاد آلية قادرة على تفسير هذه النزعة (المرئية والمصاغة نظرياً) نحو اللاعكوسية. أي نزعة الانتقال في العالم من النظام إلى الفوضى. وانطلاقاً من هذا المطلب، اعتبر بولتزمان سلوكاً عكوساً، ثم نظر، أبإمكان منظومة من هذا النمط أن تتطور فيها نزعة طبيعية إلى اللاعكوسية، وبالتالي نزعة إلى تسديد سهم الزمن في اتجاه ثابت، ثم ضمن أي الشروط يتحقق ذلك. وبهذه الفكرة التي صمم على تحقيقها، بدأ يبحث. وقد نجح نجاحاً حسناً وكافياً في حل هذا الموقف الإشكالي.

هل نستطيع الحصول على فكرة معقولة عن تفسير بولتزمان دون أن نمر بالشكلية الرياضية؟

نعم، ممكن، لأن الفكرة فيه هامة، ولكنها في الواقع سهلة المنال. إن فكرة بولتزمان هي التالية:

إذا وضعت الكثير من المكونات الأولية (ذرات، جزيئات...) كلها معاً يصبح من الممكن لبعض تشكيلات هذه المجموعة، التي تتحرك عناصرها وفقاً لنموذج حتمي عكوس، أن تتكرر أكثر من غيرها بمرور الزمن. وأنا لا أستطيع القول إن اللاعكوسية هي ظاهرة صميمية في المنظومة، بل أستطيع القول إنها **علامة التطور الأكثر احتمالاً**. ويمكن أن نستعيد خطوات تفكير بولتزمان على النحو التالي: لقد أخذ مقداراً مميزاً لتطور منظومة (وهي غاز ممدد). ثم حاول أن يصف التطور الميكانيكي الصرف لهذا المقدار دون أن يضيف أي فرضية. فوجد أن هناك حدوداً لا أهمية لها، وحداً أساسياً (استطاع أن يعرِّفه معتمداً على حدسه فحسب)، وهذا الحد هو الذي يعمل على تغيير المقدار ليولد بذلك تطور المنظومة. وكان المقدار المقصود هو ببساطة، توزع السرعات في المنظومة، أما المسألة التي كان عليه حلُّها فهي: كيف يتطور توزع السرعات في المنظومة مع الزمن إذا بدأت من شرط ابتدائي معين؟ وللإجابة عن ذلك، وضع فرضيات عادية بكل معنى الكلمة حول عدد من الصدمات بين الجزيئات، فتوصل عندئذٍ إلى تلك الخاصة المعروفة عن المنظومة، وهي أنها تمضي في تطور لا عكوس، مبتدئة من النظام الابتدائي العارض، إلى الفوضى النهائية (أي حالة التوازن)[1]. علاوة على ذلك،

---

(١) لنفرض أننا مددنا غازاً حاراً بغاز بارد. إن جزيئات الأول سريعة والثاني بطيئة (وهذا الفرز المسبق العرضي هو ما يدعوه حالة النظام) وبعد فترة من الزمن تصبح الفوضى ←

أنه وجد مقداراً يتحول بشكل نظامي كما تتحول الأنطروبية في الترموديناميك نحو نهاية عظمى (فكانت هذه نظرية بولتزمان الشهيرة). والحقيقة، إن هذا المقدار يتحول نحو نهاية صغرى، ولكن يكفي أن نغير الإشارة. والنقطة الحساسة في هذا النموذج هي أن له سلوكاً حتمياً. فثمة شيء إذاً لم يكن واضحاً، ذلك أن المعادلات التي انطلق منها، نظراً لأنها تحدد تصرفات أولى متوقعة، فهي إذاً عكوسة بالنِّسبة للزمن. ولذلك لفت الفيزيائيون الآخرون نظر بولتزمان في عصره إلى أنه نجح فحسب في جعل المفارقة أكثر وضوحاً. وفي الحقيقة، إنه حتى لو لم يكن قد حصل على النتيجة المرجوة، إلا أنه حقق نجاحاً هاماً. ثم عندما تأمَّل فيما بعد في النتيجة التي حصل عليها، نجح في عزل التبسيط الذي أدخله والذي سمح له بالحصول على اللاعكوسية بدءاً من نموذج عكوس قطعاً. فقد وجد أن آلية تطور المنظومة التي استخدمها لم تكن حقاً آلية الصغائر (أي آلية ميكروسكوبية)، وبالتالي عكوسة، بل كانت هذه الآلية الأولى، تفسر فحسب ما تفعله مجموعات الجزيئات وسطياً. فمنذ أن أدخل عدد الصدمات الوسطي، حصل على تطور لا عكوس للمنظومة، والمهم هنا، أنه استعان بفرضية ذات طبيعة إحصائية (لا ميكروسكوبية). والحقيقة، أننا حين ننظر في الحوادث فرادى، نجد ألا ضرورة لوضع هذه الفرضية.. ولكن حين ننظر في إمكان ظهور حوادث (بغض النظر عن كل حادث يطرأ على ذرة أو ذرتين على حده)، عندئذٍ نجد هذا النوع من السلوك، وتفسر اللاعكوسية. وهذه النظرة الأخيرة لا تستبعد إمكان وجود سلوك عكوس مضمر في النظرية، وضمن بعض الشروط. والمسألة التي تطرح الآن هي معرفة في أي الشروط نجد سلوكاً عكوساً، وفي أيٍّ غيرها نجد سلوكاً لا عكوساً. وهنا كانت فكرة بولتزمان- التي اتضح أنها صائبة في الصميم- هي أننا سنعثر على سلوك عكوس إذا كانت مكونات المنظومة محدودة العدد، وعلى سلوك لا عكوس في حالة عدد كبير من المكونات الأولية.

لا بأس، نحن هنا أمام مقاربة إحصائية تقدم لنا إجابة احتمالية. ولكن السؤال الذي يظل قائماً هو: كيف يمكن لحوادث معينة محتمة أن تعطي في النتيجة ظاهرة عشوائية، أو فحسب احتمالية.

← شاملة، أي تختلط الجزيئات خلطاً كبيراً، ونتيجة لاصطدام بعضها ببعض يصبح توزع السرعات نظامياً وتصبح المجموعة في حالة توازن لعدم وجود تمايز بين أجزائها.

ثمة صورة يمكن تحقيقها تقنياً، وبطريقة بسيطة، فتساعد على مشاهدة هذه الظاهرة فعلاً. وتحقيقها ممكن بواسطة فيلم سينمائي. لنأخذ طاولة بليار عليها كرتان أو ثلاث- والأفضل كرتان، لأننا بالثلاث نحصل على نتائج «كبيرة العدد»- ولنحرك بالصدمات، الجزيئات التي سنتابعها...

تقصد كريات البليار في هذه التجربة.

... هنا في حالة البليار، نعم. ويجب أن يكون الاحتكاك مهملاً، ومدة المتابعة محدودة بشكل كافٍ. ولنسلم بان هذين الشرطين محققان. أضرب ضربة البدء، وأصور حركة الكرتين. فقد يحصل اصطدام بينهما، ولكن من المؤكد أنهما ستصطدمان بجوانب الطاولة. وأستطيع أن أصور ما تفعلانه خلال مدة معينة من الزمن. ولما كان بالإمكان النظر إلى هذه الصورة نفسها في ترتيب معكوس.

تعني أنك ستعرض الفلم في الاتجاه المعكوس (بالمقلوب).

بالضبط، وبعد... لن يتكون لدي أي إحساس بان شيئاً غريباً يحدث. فما أراه طبيعي لا غرابة فيه، بمعنى أن تحرك الكرتين في الاتجاه العكسي وأوضاعهما، تبدو لي طبيعية مثلها مثل الحالات الحقيقية التي ولَّدتها بالصدمة الأولى.

بالمقابل:

١ – إذا جمعنا عدداً من الكرات في جهة واحدة من طاولة البليار.

٢ – وجعلنا المجموعة في حالة نشاط وحركة بإعطاء الكريات سرعات كبيرة بما يكفي، وذلك بعد صدم إحداها مثلاً.

٣ – وأخيراً صورنا هذه الحركة.

عندئذٍ نحصل على شيء مختلف. والحقيقة أنني أتوقع بحدسي أن الكرات ستكون، بعد فترة من الزمن، موزعة بطريقة تكاد تكون منتظمة على طاولة البليار (أي متناثرة في جميع مواضعها بكثافة واحدة تقريباً). والفلم سيؤكد هذا التوقع فيما لو شاهدته في الاتجاه الصحيح. ولكني إذا عكست دورانه، عندئذٍ أرى شيئاً غريباً فعلاً! إذ سأرى الكريات، التي كانت في بدء العرض موزعة بطريقة تكاد تكون منتظمة، تتحرك بطريقة غريبة، إلى أن تتجمع كلها في جهة واحدة من طاولة البليار. وهذا أمر لا أتوقعه. وهكذا نجد أن ولادة الأوضاع اللاعكوسة الشائعة جداً- وهي الدافع للمقاربة الإحصائية- من أوضاع لا نتوقعها، بل تدهشنا حتى

وإن لم تكن مستحيلة قطعاً. هذه الولادة، على الرغم من أنها تتم وفقاً لقوانين حتمية عكوسة، إلا أننا نستطيع جعلها واضحة حدساً باعتمادنا على «مفعول المجموعات الكبيرة» (أي حسب قانون الأعداد الكبيرة). ففي الصورة السابقة مثلاً، يقل توقعي لتوضع الكرات في جهة واحدة من الطاولة كلما زاد عدد الكرات الموضوعة عليها.

من المفهوم أنه حين تكون المنظومة مؤلفة من عدد كبير جدا من العناصر، تتطور أوضاعها وفقاً لتوجه يمكن قياس احتماله، وأستطيع التنبؤ إحصائياً بتطورها وفقاً لمفعول «المجموعات الكبيرة». لكن يجري في داخل هذه الظاهرة المعروفة إحصائياً، عدد كبير من الحوادث التي لا أستطيع فهمها ولا توقعها. وعلى هذا، ألا نستطيع أن نتساءل: ألا يمكن لبعض الحوادث الخاصة البعيدة عن المتوسط أن تصبح هي السائدة؟ أو بقول آخر، ألا يمكن أن نتصور أن المنظومة ستسلك سلوكاً ليس هو السلوك الأكثر احتمالاً؟ (كأن تعود الكرات لتتجمع في زاوية واحدة من الطاولة).

جوابي على ذلك، هو أن تحقيق سلوك كهذا يتطلب صرف طاقة كبيرة جداً. نعم، مؤكد، إنني أستطيع التوصل إلى الكشف عن حوادث نادرة، ولكن يلزمني شيء ما يشبه العفريت الصغير الذي تخيله ماكسويل. فبعد المناقشات التي تلت عرض ماكسويل وبولتزمان حول هذا التفسير للأعكوسية، كان من تولى توضيح معنى هذا التأكيد هو في الحقيقة ماكسويل: «إنني أتوقع الأشياء المحتملة جداً، ولكن ثمة غيرها». لنتخيل عفريتاً صغيراً جالساً عند جدار يفصل بين قسمي علبة مليئة بذرات غاز، وأن هذه الأخيرة، موزعة بشكل يكاد يكون منتظماً، وأن للعفريت مزاجاً وقدرة على السماح لكل ذرة قادمة من اليسار إلى اليمين بالمرور عبر الجدار بجعله نافذاً في أمامها. ومن جهة أخرى، بوقف كل ذرة تصطدم بالجدار عند قدومها من اليمين إلى اليسار بأن يجعل الجدار كتيماً أمامها. وهذه المهارة تكفي لأن يتمكن العفريت من اختيار هذا النوع من الحوادث التي لا يمكن الكشف عنها بأدق وسائلنا. إذ يستطيع بهذه الطريقة أن يجمع، وبهدوء، مجموعة الذرات كلها

في جهة واحدة من العلبة[1]. ولكن من دون العفريت لا تسير الأمور على هذا النحو. ولو تأملنا لحظة في نوع المبادرة التي أخذها على عاتقه، لفهمنا أن ما فعله، ليس مستحيل التحقيق من حيث المبدأ، وإنما يجب أن نخصص وقتاً للبحث عن ظواهر بمثل هذه الغرابة. فلن نستطيع رؤية ظاهرة هي في الأصل لا عكوسة، تجري بطريقة مناقضة للترموديناميك، إلا إذا لم تختر الطبيعة لسبب من الأسباب سوى الحوادث القليلة الشيوع فحسب.

قلت: إن الأمور لا تسير على هذا النحو إذا أبعدنا عفريت ماكسويل. هل تعني بذلك أنه لا يوجد استثناء في الفيزياء. أو، ثمة مثال لا نحتاج فيه إلى عفريت ماكسويل لكي تسير الأمور مع ذلك على هذا النحو بطريقة طبيعية تلقائية؟

ثمة حالة، هامة جداً. وهي لم تفهم إلا بعد أن استخدم بولتزمان وأينشتين هذا النوع من التصورات الإحصائية. وأعني بها حالة الحركة البراونية. وتتجلى لك هذه الظاهرة عندما تنظر بالمجهر إلى سائل يحوي جسيمات معلقة صغيرة جداً ولكنها ليست صغيرة بقدر الذرة. ولنقل إن قطرها من رتبة بضعة أجزاء من ألف من الميلمتر. عندئذٍ تكتشف أن هذه الجسيمات هي بحالة حركة دائمة (وفي جميع الاتجاهات)، ولا تتوقف إطلاقاً عن الحركة مع أنه لا توجد أي قوة ظاهرة تحركها. والتفسير الوحيد الذي وجدوه، وظل معترفاً به لهذه الظاهرة، هو أن كل ما تفعله هذه الجسيمات، هو أنها تأخذ طاقة من الحمَّام الحراري، أي من الطاقة المتردية، وتعيدها بتجوالها على شكل طاقة ميكانيكية[1]، ولإبراز أهمية هذه الحالة

---

(١) والحقيقة أن هذه الحالة وحالات غيرها، كأن تتجمع الذرات السريعة في ناحية والبطيئة في ناحية، أي تصبح الأولى ساخنة، والثانية باردة، يمكن أن تحدث فعلاً كما برهن جيمس جينز، ولكنه برهن أيضاً أنها لا تدوم مدة تكفي للكشف عنها بأدق الوسائل.

(١) تجوال الجسم الغريب هو العمل الميكانيكي الذي عناه. وعلى هذا فإن الترموديناميك يؤول في النتيجة إلى الميكانيك، أي يظل الميكانيك هو الأساس. وإنما لابد من اللجوء إلى الترموديناميك أي إلى الميكانيك الإحصائي لدراسة المنظومات المعقدة. وكانت هذه الظاهرة- الحركة البروانية- مصدراً للعديد من التجارب التي تؤكد الطبيعة الذرية للمادة. أي أن أحوال المادة تفسر هذه النتيجة بحركات الذرات الميكانيكية العكوسة. ولم يعد ثمة مجال للشك في أن اللاعكوسية هي مظهر مرتبط بالمجموعات المعقدة حيث يسري قانون الأعداد الكبيرة.

الاستثنائية، يمكننا أن نذكر أنه منذ اللحظة التي فسرت فيها الحركة البراونية، بل ومنذ هذه اللحظة فحسب، بدأ العالم كله يفهم أن الترموديناميك ليس أساساً أكثر من الميكانيك، وإنما يمكن بلا أدنى ريب الرجوع إلى الميكانيك الإحصائي لتفسير سلوك المادة (أو المنظومات المعقدة من الذرات).

توجد منظومات أخرى توفر النظام، أو يبدو، على كل حال، أنها تخلق النظام. وهذه حالة المنظومة الحية. فهل هذه المنظومات أيضاً تسترد الطاقة؟

نعم ولا. إن هذا النوع من المنظومات موجود. ولكن هذه المنظومات تظهر ميزة لم أذكرها بعد. مع أنها ضرورية لاستكمال شروط التفسير الترموديناميكي و/ أو التفسير الميكانيكي الإحصائي فنحن في هذه الحالة أمام منظومة غير مغلقة (تبادلاتها مستمرة مع الخارج).

إذا تفحصنا مجموعات متعضية، أو بوجه عام مجموعات منظمة- كالمنظومات الحية التي ذكرتها- مع الوسط الذي توجد فيه، أي إذا تفحصنا منظومة مغلقة (مؤلفة من الكائن الحي والوسط الذي يعيش فيه)، عندئذ نتأكد أن المنظومة الكلية (الكائن والوسط) في حالة تردٍّ. وهذا التردي لا يظهر مباشرة، ولا كلياً، على أنه تردٍّ، لأنه يمر بمراحل يوجد فيها، بالمقابل، ظواهر تنظيم. هذا ما كان يقال حتى مطلع هذا القرن، بل في الواقع حتى الثلاثينات منه، ولم يكن في استطاعتهم أن يقولوا شيئاً أكثر من ذلك. ثم ظهر اكتشاف على جانب كبير من الأهمية، وهو أن قوانين الترموديناميك والميكانيك الإحصائي، تساعد على تفسير بعض تفاصيل هذا الانتقال من الفوضى إلى النظام، الذي هو نموذجي وخاص بالمنظومات الجزئية الموجودة في منظومة أوسع تسير نحو التردي بشكل معقد. وأهم المدارس التي أشارت إلى هذه السبل الهامة في هذا الاتجاه كانت بوجه خاص مدرسة بروكسل (بريغوجين).

بقي علينا مع ذلك أن ننظر في هذه الاستحالة، أعني استحالة التعرض لسلوك هذه المنظومات المعقدة بطرق غير إحصائية. ترى أهذه الاستحالة هي انعكاس لجهلنا أم أنها استحالة أكثر تأصلاً وعمقاً؟

لا بأس، لقد ظن لسنوات أن التفسير الإحصائي يرتبط أساساً بجهلنا. ولكن وهذه إحدى أهم النتائج وأحدثها للنظرية التي يسميها الفيزيائيون النظرية

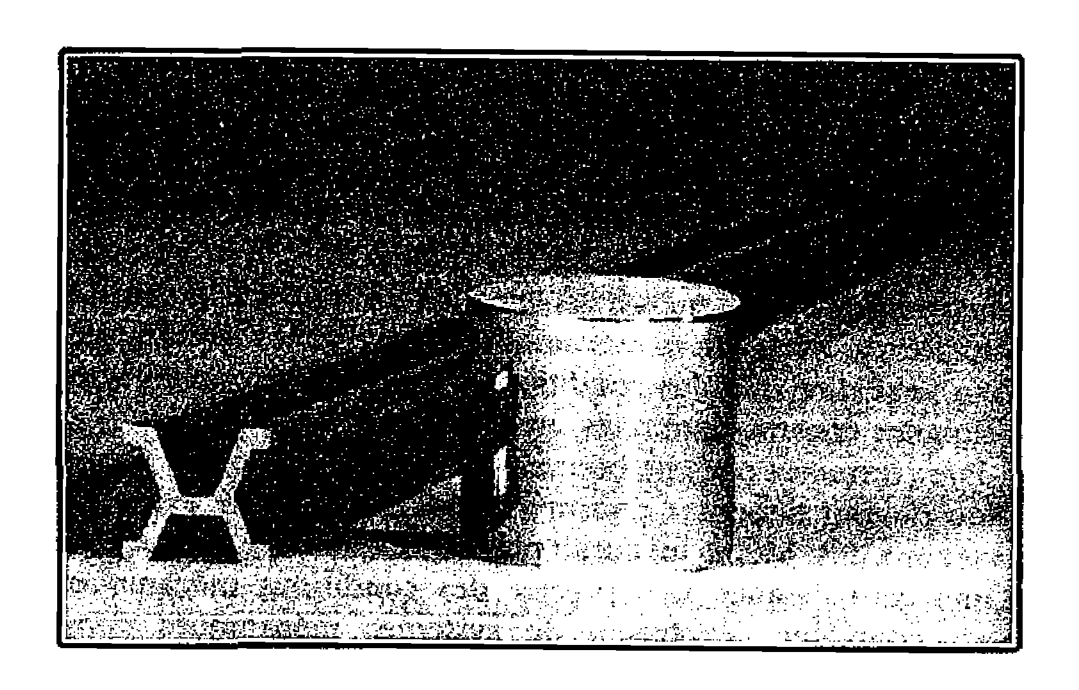
الأرغودية[1]- بدأوا يفهمون أن تفسير السلوك الإحصائي في المنظومات الميكانيكية، أو اللجوء إلى هذا التفسير، لم يكن إلى هذا الحد نتيجة لحدود إدراكنا وجهلنا، بل هو كامن، بالنسبة للمنظومات المعقدة، في الطبيعة غير المستقرة أصلاً لتطورها الميكانيكي.

وفي هذا المجال، يمكنني أن أقول ختاماً لحديثي، وعلى سبيل الدعابة والشطط الفكري: يبدو لنا الآن، أن على الإله نفسه أن يبذل جهداً هائلاً لكي يتجنب اللعب بالنرد[2]. وأنه هو نفسه، عندما يتحكم بتطور المنظومات الميكانيكية المعقدة، فإنه سيلجأ طوعاً إلى الإحصاء أكثر مما يلجأ إلى معرفة التفاصيل والشروط الميكانيكية بدقة فائقة.

---

(1) المقصود بالنظرية الأرغودية هو النظرية الشكلانية أي الرياضية البحتة التي تصف تطورات مجموعة مغلقة ومعقدة جداً من الذرات، وقد تطورت منطلقات هذه الشكلانية بعد بولتزمان الذي كان أول من بدأ بدراستها.

(2) هذا القول تعقيب على قول أينشتين إن الإله لا يلعب بالنرد [أصدرت دار طلاس كتاباً بعنوان «من يلعب (النرد)»]، ولكن كتاب دار طلاس لا يتحدث عن هذا وإنما يتحدث عن الشواش ودلالة الشواش غير إحصائية، إنها شيء جديد أي لا يطبق قوانين الاحتمالات والمصادفة، بمعنى أن قوانين الطبيعة حتمية لا مجال للمصادفة فيها حسب رأي أينشتين.



المتر الدولي (١٨٨٩)، وهو من البلاتين المشوب بالإيريديوم (ليزيده قسوة) (٩٠٪ بلاتين، ١٠ ٪ إيريديوم). وهو المعيار القديم الأول للطول. والكيلو غرام الدولي (١٨٨٩) من البلاتين المشوب بالإيريديوم وبالنسبة نفسها. وهو العيار الأساسي للكتل (أسطوانة قطرها ٣٩ مم، وارتفاعها ٣٩ مم).

-٨-

تاريخ أدوات القياس وواحداته

حديث أجري مع جان تيريان[1]، مدير شرف للمكتب الدولي للأوزان والمقاييس

إميل نويل: لا شك أن هذا الاهتمام بالقياس يعود، كما يقال، إلى أقدم العهود. ونحن هنا، سنهتم أساساً بالزمان والمكان. والأرجح أن قياس هذين المفهومين، سيقتضي منا الفصل بينهما عندما نريد قياسهما. فنخصص لكل منهما أدوات قياسه وواحداته، أليس كذلك؟

جان تيريان: أجل، وإن كان المكان والزمان مرتبطين من الوجهة النظرية ارتباطاً حميماً. إذ لا يوجد اليوم، منذ أن طلع أينشتين بنظريته، سوى فكرة واحدة صالحة في الفيزياء هي فكرة النظرية النسبية، أو نظرية المكان- الزمان. إلا أن تأثيرات النسبية التي تبدو بالنسبة للشائع عند الجماهير غير معقولة، لا تتجلى إلا عندما نواجه سرعات في غاية الكبر، كسرعة الضوء مثلاً التي تبلغ ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر في الثانية. وبالنسبة لمن اعتادوا السرعات المقدرة بكيلومترات في الساعة، فسرعة الضوء تصبح أكثر من مليار كيلو متر في الساعة. أما في تقديرات المكان والزمان الشائعة التي سنتحدث عنها، فليس لهذا الارتباط بين قياسي المكان والزمان من وجود إطلاقاً. ونستطيع بالتالي أن نعالج قياسات الزمان وقياسات المكان كلاً على حدة.

والآن، إذا شئت، سنبدأ بقياس الزمان أولاً من وجهة تاريخية، معتمدين على ما نعرفه عن الإنسانية البدائية، وكيف تخيل الأولون قياسات الزمن؟

---

(١) Jean Terrien.

يمكن أن نفترض أن البدائيين تأثروا بتعاقب الليل والنهار الذي أعطاهم، على كل حال،واحدة دقيقة للزمن. وهذا القياس للزمن لا يحتاج لجهاز. فالأرض بطبيعة الحال تدور على نفسها حول محورها الممتد من الشمال إلى الجنوب، وكأنها خذروف. وهي ترسم كذلك مداراً إهليليجياً حول الشمس، مما يؤدي إلى تعاقب الفصول، ويؤدي بالتالي إلى واحدة أخرى أو إلى طريقة أخرى لقياس الزمن هي السنة التي نعرفها جميعاً. فيمكن أن نقول إذاً إن لدينا منذ بدء الإنسانية حتى أيامنا هذه يوماً شمسياً، هو مدة تناوب نهار وليلة معاً. ولكن منذ القديم، أو منذ أن كان هناك أناس يرصدون النجوم، لوحظ أن من الممكن إيجاد تناوب آخر يدعى اليوم النجمي. بالفعل، فبدلاً من أن نرصد مرورين متتاليين للشمس في مستوي زوال واحد، يمكن أن نرصد النجوم في الليل. وهذا اليوم النجمي أقصر من اليوم الشمسي بأربع دقائق. قد نتساءل لماذا؟ الحقيقة أنني عندما كنت طفلاً، كان هذا الاختلاف يبدو لي غريباً. ثم وجدت التفسير في أحد كتب جول فرن، حيث يقول: إذا درت في قاعة الطعام حول المائدة، ستجد عند عودتك إلى نقطة البدء، أنك درت حول نفسك دورة واحدة. لأن نقاط الجدران تكون قد مرت أمام عينيك في أثناء الدوران. فإذا استبدلنا الشمس بالمائدة، والأرض بك أنت الذي دار حول المائدة، وجدنا أن الأرض تقوم بدورة واحدة حول نفسها خلال سنة، ففي السنة كلها إذاً يوجد يوم نجمي واحد زيادة عن الأيام الشمسية[1]. وأخيراً، لوحظ منذ مطلع القرن الحالي أن الأرض تدور فعلاً كالخذروف، ولكن دورانها حول نفسها سائر نحو التباطؤ. حقاً إن هذا التباطؤ قليل جداً. جزءان من ألف من الثانية في كل قرن. ولكن، في الواقع، إذا أرجعنا بدء تعاقب السنوات إلى ماضٍ بعيد مر من ٤٠٠ مليون سنة، نلاحظ اعتماداً على أرصاد جيولوجية، أن اليوم في ذلك الزمن البعيد، أي منذ ٤٠٠ مليون سنة، لم تكن مدته ٢٤ ساعة، بل ٢٢ ساعة.

فمدة اليوم إذاً غير مستقرة. وفي ظني أن الفلكيين تبينوا هذا الأمر. وهناك جانب آخر يستحق الانتباه، وهو أننا نتداول بعض المفاهيم على أنها متكافئة. في حين أنه من الضروري تمييز أحدهما من الآخر! وما عنيته من المفاهيم هو: الفترة الزمنية، المدة، التاريخ...

---

(١) وهي تحقق (أي تدور) كل يوم شمسي جزءاً من هذا اليوم النجمي الإضافي. ولما كان اليوم الإضافي هو ٢٤×٦٠=١٤٤٠ دقيقة. ففي كل يوم شمسي تحقق الأرض من هذا اليوم الإضافي ١٤٤٠÷٣٦٥= ٤ دقائق تقريبا، هي زيادة اليوم الشمسي عن اليوم النجمي.

نعم، هذه جوانب للزمن نخلط بينها في لغتنا، ولكن من الناحية العملية والفيزيائية مختلفة كل الاختلاف. فمثلاً مدة سلق بيضة هي نفسها سواء أسلقت اليوم أم في يوم آخر. في حين أن تاريخاً على سلم للزمن، هو من المعطيات الضرورية،فهو يحدد لنا هل وقع حادث ما في سنة كذا قبل الميلاد أم بعده، أو يحدد لنا موعداً، أو نتعرف به على مواعيد رحيل القطارات والطائرات. وعندما كان الفلكيون يظنون أن مدة اليوم منتظمة ولا يعرفون التباطؤ الضعيف جداً في دوران الأرض، تمكنوا من وضع معيار للزمن اعتماداً على رصدهم لحركة النجوم. ثم لكي يعينوا واحدة للزمن، وهي الآن الثانية، كان يلزمهم ميقاتيات. وكانت هذه الميقاتيات تضبط كل يوم. فكانوا بكل بساطة، يحددون التصحيح الواجب إجراؤه اعتماداً على رصدهم للنجوم. وكانت هذه الساعات تعطي بضربيات رقاصها الواحدة الزمنية، أي الثانية (كل ضربة ثانية). وعلى هذا، فقد انتقل الفلكيون من زمن معطى بالنجوم إلى الفترة الزمنية للثانية المعطاة بضربيات الرقاص. فكان من الطبيعي أن يسعوا إلى إتقان صنع ميقاتياتهم. وقد تمكنوا من ذلك تدريجياً، وبخاصة أنهم تجنبوا تمدد الرقاص عند ارتفاع درجة الحرارة بعد اكتشاف الأنفر(الفولاذ الممزوج بالنيكل الذي لا يتمدد). ثم منذ عهد قريب جدا، حول العام ١٩٥٠-١٩٦٠، صنعت ميقاتيات استفيد فيها من اهتزاز بلورة كوارتز بدلاً من اهتزاز الرقاص. ولا أجد حاجة لشرح خواص الكوارتز، فالكثيرون يحملون اليوم في معاصمهم ساعات تهتز فيها بلورة كوارتز، ويغذي هذا الاهتزاز دارة كهربائية. كما حلت محل ضربيات الرقاص ضربات اهتزاز الكوارتز ذات التواتر المرتفع جداً، التي يعرفون الآن كيف يحولون عددها بحيث يحصلون في النتيجة على دقات الثانية.

لقد وصفت لنا بسرعة كبيرة كل هذا الانتقال من المعيار الزمني عند الفلكيين إلى الأدوات المستعملة في أيامنا. ولكن حبذا لو نعود إلى الوراء، إذ لم نتحدث عن المزولة[1].

---

(١) أبسط مزولة تتألف من قاعدة تكون غالباً على شكل دائرة مدرجة، تثبت في وضع أفقي تماماً، وتوجه بحيث يأخذ قطرها الأوسط خط الشمال الجنوب. وعند المركز ينتصب قضيب مائل (أو صفيحة) يقع في مستوي الزوال، وعندما تدور الشمس في حركتها اليومية الظاهرية، يدور ظل القضيب أمام القرص المدرج ويشير إلى التوقيت، وعند الظهر، أي عندما تبلغ الشمس السمت وتصبح في مستوى الزوال ينطبق ظل القضيب على اتجاه الشمال والجنوب.

بالفعل، كانت المزولة مستعملة بكثرة ولا تزال. والحديث عنها يتطلب العودة إلى اليوم الشمسي. فقد سبق إن قلت أن الشمس تعود بانتظام إلى مستوى زوال بعينه. ولكني قلت كذلك إن الأرض تدور حول الشمس وإنه ينتج عن هذا زيادة يوم نجمي واحد في السنة، ولما كانت الأرض ترسم مساراً إهليليجياً، فسرعة دورانها عند ذروة المدار الأقرب إلى الشمس أكبر من سرعتها عند ذروة المدار الأبعد عن الشمس، فالفرق ٤ دقائق بالتالي بين اليوم النجمي واليوم الشمسي لا يحدث بصورة منتظمة، أو ليس ثابتاً. لذلك يمكن للمزولة الشمسية أن تعطي تأشيرات يتراوح الخطأ فيها بين ٥ دقائق و ١٠ دقائق في اليوم حسب الفصول. وقد نرى أحياناً مزاول شمسية رسمت على قاعدتها منحنيات غريبة خصصت لكي تشير إلى التصحيحات الواجب إجراؤها حسب الفصول. والمزاول الشمسية هي أدوات من المهم جداً رؤيتها، وهي غالباً جميلة، ولكن لم يكن فيها نفع للفلكيين.

لنعد الآن إلى الفلكيين. لقد وضعوا، سلالم لقياس الزمن، واستنتجوا منها واحدات لقياسه.

نعم، لقد استنتجوا منها الثانية ومضاعفاتها: الدقيقة والساعة. فالفلكيون هم الذين قدموا للعالم قاطبة فكرة الساعة الزمنية التي تستخدم في الفيزياء وفي الحياة المدنية.

فالفلكيون استنتجوا إذاً من السلالم الزمنية التي وضعوها، الثانية التي هي أصغر واحدة تنسب إليها المدد، والتي لا تزال شائعة في أيامنا. ولكن كيف نفسر هذا التقسيم الغريب، أي تقسيم اليوم إلى ٢٤ ساعة، والساعة إلى ٦٠ دقيقة، والدقيقة إلى ٦٠ ثانية. أو، لماذا كان هذا النظام ستينياً؟

– لا مانع، ولكني لا أستطيع الإجابة بدقة، لأن هذا النظام يرجع إلى عهود قديمة جداً[1]. فمنذ زمن بعيد قسم النهار إلى ١٢ ساعة، والليل إلى ١٢ ساعة، وقسمت الساعة إلى ٦٠ دقيقة، والدقيقة إلى ٦٠ ثانية. وفي عهد الثورة الفرنسية، عندما

---

(١) ربما كان تقسيم الزمن بحسب نظام ستيني يرجع إلى عهود قديمة جداً، عند قدماء المصريين وغيرهم، ولكن لا شك أن النظام المتوارث حالياً يعود الفضل فيه إلى البابليين قبل غيرهم، لأنهم اتبعوا نظاماً مختلطاً للعددين العشري والستيني ووضعوا التقويم حسب نظام ستيني هو المعروف حالياً.

أدخلوا النظام المتري الذي يمتاز من جملة ما يمتاز به أنه يساير نظام العد العشري، لم يفكروا في مد يد التغيير إلى تقسيم اليوم إلى ساعات والساعات إلى دقائق والدقائق إلى ثوان. ولا أظن أن محاولة جادة قد بذلت لجعل تقسيم اليوم عشرياً. أو على كل حال، إذا وجدت هذه المحاولة فقد باءت بالفشل. إذ يجب الحذر من تغيير كل نظام اتفق عليه العالم أجمع مثل هذا الاتفاق العجيب.

الحقيقة إن هذا النظام المعترف به دولياً، ظل على حاله، أي خلافاً لما جرى للمكان كما سنرى بعد قليل. ففي هذا المجال الأخير لعب النظام المتري دوراً موحداً بعد أن كانت قياسات المكان متنوعة جداً. ولكن لا بأس من الإشارة إلى أن الفيزيائيين اتبعوا النظام العشري في الأجزاء الأدنى من الثانية.

نعم، لقد جزئت الثانية عشرياً، فكانت الميليثانية (جزء من ألف منها)، والميكروثانية (جزء من المليون) والنانوثانية (جزء من مليار) الخ.

أي إن الفيزيائيين حافظوا على النظام المثنوي العشري الستيني، حتى الثانية ضمناً، ثم راحوا يجزئون الثانية عشرياً. إذ لم يصبحوا، في حقيقة الأمر، قادرين على قياس أجزاء الزمن الأدنى من الثانية إلا حديثاً. والآن لنجتز مرحلة أخرى في سلم الدقة، ولنتحدث عن الزمن الذري.

- نعم، قلت إن الفلكيين هم أصحاب الفضل في نشر تقسيم الزمن، (أو الفترة الزمنية والثانية) بين العالم، سواء أبين عالم الجماهير أم بين الفيزيائيين الذين يجرون قياسات أكثر دقة. ولكن حدثت في عام ١٩٦٧ ثورة عميقة التأثير، بمعنى أن من تسنم نشر تقسيم الزم ليس الفلكيين بل الفيزيائيين، وذلك باستخدام اهتزاز ذري. فبدلاً من اهتزاز جسم مادي، رقاص مثلاً، أو بلورة كوارتز، استخدموا اهتزازاً في داخل الذرة. فمنذ عام ١٩٦٧، أصبحت «الثانية» هي المدة التي يستغرقها عدد من اهتزازات شعاع كهرطيسي ناشئ عن انتقال ذرة السيزيوم بين سويتين كوانتيتين، والسيزيوم المقصود هنا هو السيزيوم ١٣٣، وهو نظير ليس له نشاط إشعاعي. وعدد اهتزازاته في الثانية هو ٩ مليار و١٩٢ مليون و ٦٣١٧٧٠ هزة.

لماذا هذا العدد، ولماذا هذا الانتقال، ولماذا السيزيوم؟

لا بأس، إنه لأسباب مبنية على نظريات فيزيائية لا غير. فقد لزم أن يكون التواتر سهل القياس بالتقنيات الراديوكهربية حالياً، وأن تتمكن الذرة المختارة من الاهتزاز

دون أن تعيقها الحقول الكهربائية أو المغناطيسية الموجودة دائماً وبكثرة أحياناً. وتُصنع الآن ميقاتيات تعتمد على السيزيوم، وهي ذات دقة خارقة فعلاً. وأستطيع أن أعطيك مثالاً يوضح هذا الأمر: إفرض أن لديك ميقاتيتين من هذا النوع هما من أدق الميقاتيات المتوافرة حالياً، وأنهما متفقتان بكل دقة في هذه اللحظة. فلكي يبلغ التفاوت بين هاتين الميقاتيتين ثانية واحدة، عليك أن تنتظر مائة ألف عام. إن الساعات التي تبلغ مثل هذه الدقة نادرة، ولكن توجد ميقاتيات أقل دقة بعشر مرات من هذه، أي إن التفاوت بين ميقاتيتين منها يبلغ الثانية بعد عشرة آلاف سنة. وهذا النوع يمكن شراؤه من الأسواق التجارية. فذرة السيزيوم تعطي إذاً باهتزازاتها، وباستخدام جهاز ليس معقداً جداً، فترات تبلغ كسراً من الثانية، بحيث إذا ما ضوعفت ساعدت على تحديد دقات الثانية. وهكذا نحصل إذاً على فترة الواحدة الزمنية، أي على فترة الثانية.

فليس على الفلكيين إذاً بعد الآن أن يرصدوا تحركات النجوم ليحددوا الزمن، بل يكفي لتأريخ الحوادث أن يضعوا سلماً لقياس الزمن، وذلك من جمع الثواني وترقيمها بالطريقة العادية، وبعد ٦٠ ثانية يقال أن دقيقة اكتملت، ويبدأ العد من جديد، ويستمر العمل على هذا النحو لأجل الساعات والأيام الخ. ولكن ظل ثمة خطر، فلئن كان للنجوم حركة لا تنالها الفوضى والاضطراب، فالميقاتيات التي يصنعها الإنسان يمكن أن تتعطل. لذلك كان لابد من منظمة دولية مركزية يسترشد بها عدد كبير من الميقاتيات الموزعة في أنحاء شتى من العالم. فأنشئت لذلك هذه المنظمة، وهي الآن المكتب الدولي للساعة. وقد وجدت أساساً للتوفيق بين أرصاد الفلكيين. وهي طبعاً، توفق الآن بين قياسات الفترات الزمنية المأخوذة بميقاتيات السيزيوم. فهذا المكتب الدولي للساعة، هو الذي يعطي الآن الزمن الذري، أي هذا التعاقب في الثواني الذي تحدثت عنه، أو هذا السلم المعياري لقياس الزمن العلمي.

والزمن الآخر الذي نستخدمه في حياتنا كل يوم، والذي أستطيع أن أسميه الزمن المدني، أو الزمن الذي ينظم ساعاتنا إضافة الى الساعة الناطقة، هذا الزمن المدني هو تقريباً الزمن الذري الدولي. وهو كذلك دقيق. إلا أننا نجري عليه تعديلاً طفيفاً. أولاً- وربما رأيتم ذلك في الصحف- ندخل من وقت لآخر، وحتى الآن، مرة في العام، ثانية كبيسة. بمعنى أن الدقيقة الأخيرة من العام، نجعلها ٦١ ثانية بدلاً من ٦٠. قد نتساءل لماذا؟ لأننا نحب أن تمر النجوم والشمس في مستوي

الـزوال في السـاعة المرتقبـة. وهـذا مـا يتطلبـه كذلـك الملاحـون الذيـن يضبطـون مواضعهم بذات السدس[1] في البحر. فقد سبق أن قلت لك إن الأرض تدور حول نفسـها دورانـاً متباطئاً. فالزمن الـذري الـذي لا يتباطـأ سـينحرف تدريجيـاً نتيجـة لذلك عن زمن دوران الأرض. ولهذا السبب ندخل باختيارنا ثانية كبيسة لكي يتفق الزمـن المدنـي مـن الزمـن الشمسـي زمـن دوران الأرض. أو بقـول آخـر، إن الزمـن المدني هو الزمن الذري مضافاً إليه عدد من الثوانـي. وهـذا العـدد معـروف، ويعلن عنه مسبقاً. وأظن أنه يقارب العشرين ثانية في هذه الآونة[٢]. ثـم هنـاك اختلافـات أخـرى وهـي التـي تعرفونـها جيـداً، إنـها انحرافـات منـاطق التوقيـت علـى الكـرة الأرضية، أو كذلك انحراف ساعة الصيف عن ساعة الشتـاء، وهـذا التغيير الأخير تقرره الحكومات أحياناً حسب مشيئتها.

---

(١) ذات السدس: أداة لقياس زاوية ارتفاع النجوم والشمس فوق الأفق.

(٢) الحقيقة إن تباطؤ دوران الأرض حول نفسها الذي تحدث عنه في السـابق لا يمكن أن يشكل أهمية تذكر، لأنه ٠,٠٠٢ ثانية كل قرن. أما التعديلات التي يذكرها هنا فهي ناشئة عن أسباب أخرى. فالثانية الذرية معرفة حسب اليوم الوسطي ولكن اليوم الحقيقي يطول ويقصر عن اليوم الوسطي (للأسباب التالية:

١ – منحى محور الأرض ليس ثابتاً بل يتغير اتجاهه ليرسم مخروطاً محوره محور الكون وذلك نتيجة لجذب الشمس وتفلطح الأرض. وهذا يعطي فرقا قدره ٠,٠٠٨ ثانية يومياً.

٢– وهناك حركة أخرى لمحور الأرض وهي اهتزازه بسبب جاذبية القمر. وهذا يعطي فرقاً قدره ثانية كل ٩ سنوات تقريباً.

٣– هناك– وهو الأهم– تسارع الأرض في الشتاء لقربها من الشمس وتباطؤها في الصيف لبعدها عن الشمس.

لذلك يختلف اليوم الوسطي الذري عن اليوم الوسطي الشمسي والنجمي) ولابد من ذكر الفرق يومياً لمساعدة الملاحين في البحار والطائرات كذلـك. هـذا إضافـة إلـى التوقيت الدولي المتفق عليه. فهذا التوقيت ليس من الضروري أن يتلاءم تماماً مع حركة الشمس والنجوم الظاهرة. لذلك يجب معرفة مرور النجم في مستوي الزوال يوماً فيوماً حسب التوقيت المحلي. أما الفروق بين الزمن الفلكي وبين الزمن الذري فهو تقريباً ثانية واحدة (كما ذكرنا)، في العام كله (الثانية الكبيسة). والعشرون ثانية المذكورة هنا هي مجموع هذه الثواني الكبيسة منذ بداية الزمن الذري (عام ١٩٦٠) حتى عام ١٩٨٢.

لقد أصبحنا تقريباً على اطلاع بشأن قياسات الزمن. فلنحاول الآن قياس المكان، بادئين بلمحة تاريخية كما فعلنا من أجل الزمن. فهل بينت لنا كيف كانوا يقيسون المكان سابقاً وما الواحدات التي كانت مستعملة.

أعتقد أنك تشير بقولك «قياسات المكان» إلى قياسات الأطوال والمساحات والحجوم. كقياس طول قماش مثلاً أو مساحة أرض. إن أول الواحدات التي كانت مستعملة والتي استمرت حتى عهد قريب نسبياً، أي حتى عهد الثورة الفرنسية، هي قياسات كانت تتم باستخدام معايير مستمدة من جسم الإنسان، كالقدم والإبهام مثلاً. والحقيقة، وجدت خلال التاريخ واحدات كانت تحمل هذه الأسماء نفسها، ولكنها كانت متنوعة ومختلفة حسب البلدان والمناطق، بل حتى حسب الأشياء التي يراد قياسها. وإذا ظلت في الإنجليزية حتى الآن كلمات مثل Foot (قدم) أو Inch (إبهام)، أو ظلت هذه الواحدات مستعملة حتى الآن في البلاد الأنجلوساكسونية، فذلك لأن لها الآن في الحقيقة تعريفاً حديثاً بالنسبة للمتر العياري الذي سنتحدث عنه بعد قليل.

وفي فرنسة كانت تستعمل واحدة للمساحة تدعى اليومية Journal، وهي مساحة الأرض التي يستطيع أن يحرثها رجل في اليوم. وكان الرومان يستعملون لقياس مسافات الطرقات نوعاً من العربات المجهزة بدواليب مسننة. فكانت هذه العربات تساعدهم على معرفة المسافة بين مدينتين على طول الطرقات الرومانية. وهذه الطريقة شبيهة جداً بما نجده في السيارات الحديثة من أجهزة تشير إلى طول المسافة المقطوعة بالكيلومترات لا إلى عدد دورات الدواليب. والحقيقة إن قياس الطول إلى الأرض لم يحقق تقدماً فعلياً إلا في القرن الثامن عشر، أي عندما أصبح فن مساحة الأراضي علماً على جانب كاف من الإتقان. فبدئ برسم الخرائط. وقد لوحظ أنه، عندما يقيس مسَّاح طولاً على حدود بلاده من جهتها وبمعيارها، ويقوم آخر من البلد المجاور بالعمل نفسه من جهته وبمعياره، تختلف النتائج بينهما اختلافاً طفيفاً. وكان يستعمل في ذلك الوقت واحدة للطول تسمى الـ (تواز) Toise. وكان لهذه الواحدة تعاريف عديدة، ولكن المساحين اتفقوا على (تواز) معين. إلا أن هذا الطول العياري كان يختلف أيضاً من بلد إلى آخر اختلافاً طفيفاً، وعندئذ أبدت أكاديميات العلوم في باريس وفي سان بطرسبورغ واتحاد المسَّاحين الدوليين في ألمانية، رغبتهم في تحديد معيار دولي يمكن أن تتبعه معايير البلدان كلها. وقد أُبديت هذه الحاجة أيضاً في أثناء المعرض الدولي في لندن عام

١٨٥١، وفي باريس عام ١٨٦٢ الخ. فقد لوحظ أن السلع والمواد الغذائية في مختلف البلدان كان يشار إليها بقياسات وأبعاد معبر عنها بوحدات مختلفة جداً، بحيث لا يمكن لإنسان أن يتفاهم فيها مع الآخر. فوجهت الدعوة إلى مؤتمر دولي بمبادرة من فرنسة، وتوصل هذا المؤتمر عام ١٨٧٥ إلى قرار بتأسيس مكتب دولي للأوزان والمقاييس ليظل يعمل بصفة دائمة. ومقره منذ أكثر من قرن في بريتوي، وقد صنع هذا المكتب الدولي متراً عيارياً من البلاتين المشاب بالإيريديوم، ومثله ثلاثين نسخة وزعت عام ١٨٨٩، وهذا المتر أصبح المعيار الوحيد لجميع قياسات الطول في العالم.

أنت تتحدث عن المتر العياري. ولكن صنعه واستخدامه يفترضان ضمناً تبني النظام المتري عملياً. فكيف ومتى تم ذلك؟

الحقيقة، إن النظام المتري ولد قبل قرن تقريباً من ذلك إبان الثورة الفرنسية، وذلك عندما طلبت الجمعية الوطنية إلى كلية العلوم أن تتصور نظاماً للقياس يمكن أن يتبناه العالم كله، وأن يكون معتمداً على طول خط الزوال (خط الطول) الأرضي. وهكذا ولد النظام المتري مع وحدته الرئيسية: المتر، وتقسيمه العشري الذي كان أعظم حسناته. وهذا المتر الذي ابتدعته أكاديمية العلوم، صُنع نموذج مادي له على شكل مسطرة طولها متر، وتم ذلك بعد قياسات أجريت على جزء من دائرة الطول (في أماكن متفرقة). ويدعى هذا المتر الذي يعود تاريخه إلى الثورة الفرنسي. المتري الوثائقي، لأنه حفظ في ديوان المحفوظات في فرنسة، وهو الذي استخدم نموذجاً لإحكام صنع طول المتر العياري. والحقيقة، لا يمكن التأكد أن متر اليوم هو بالضبط كسر من دائرة خط الطول، بل إنه تقريباً جزء من عشرة ملايين جزء من ربع دائرة الطول. ولكن الفرق ضئيل جداً ولا أهمية له. فالمتر اليوم معرف تماماً، وقد ابتدعته فرنسة وهذا ما يقر به العالم أجمع.

نعم. ولكن في أيامنا هذه، هل نعرف المتر بطريقة أخرى؟

نعم، إن هذا المتر العياري الذي ولد عام ١٨٨٩ استمر حتى عام ١٩٦٠، وفي ذلك العام، حدثت ثورة جديدة، فقد بني المتر لأول مرة لا على عيار مادي، بل أن المتر حالياً، يعرف اعتماداً على طول ذري. ففي عام ١٩٦٠، اتفق بقرار دولي على أن يكون المتر أضعافاً لطول موجة أحد خطوط الطيف لذرة الكريبتون. والمقصود هنا هو النظير ٨٦ للكريبتون، وهو نظير ليس له نشاط إشعاعي إطلاقاً، وموجود في الجو الأرضي. وعلى هذا، فكما عرفت الثانية بظاهرة ذرية، وهي تواتر أحد

انتقالات السيزيوم، كذلك يعرف المتر بانتقال ذري (من حالة كوانتية إلى أخرى)، أي بطول موجة الكريبتون. وكان ذلك حلماً يداعب الفيزيائيين منذ سنوات عديدة. لأن العيار المادي يمكن أن يتعرض للتخريب أو للتبديل، بينما الذرات موجودة باستمرار، وهي متماثلة بكل دقة في الكون كله، ويمكن ملاحظتها بأرصاد طيوف النجوم. ومع ذلك كان عليهم الانتظار حتى ذلك العهد الحديث جداً، ١٩٦٠، لكي يتمكنوا من الانتقال إلى تعريف ذري للطول. إذ كان لابد للفيزياء من أن تحقق تقدماً كافياً يمكنها من استخدام طول موجة صغير كهذا في قياس الأطوال الشائعة. والأهم من ذلك، لكي يعرفوا كيف يعزلون، أحد النظائر التي لها خطوط طيف بسيطة.

أليست هذه الطريقة المشتركة المستخدمة في قياس الزمان والمكان هي طريقة للربط بينهما، أو، أمن الممكن التفكير بمرجع مشترك لهما؟

لقد حزرت ما الذي سيتم فعله بكل تأكيد في غضون العامين المقبلين. فالفكر جارٍ اليوم إلى تغيير جديد في تعريف المتر. إذ يمكن قياس المسافات بالرادار، فمثلاً يرسلون نبضات ضوئية إلى القمر ويقيسون المسافة بدقة لا يتجاوز الخطأ فيها ٢٠ سم، وذلك لمعرفتهم أن سرعة الضوء هي تقريباً ٣٠٠,٠٠٠ كيلومتر في الثانية. ولكنها قيست بدقة أكبر (هذه السرعة هي بالضبط ٢٩٩,٢١٧,٥٤٢ متراً في الثانية). فإذا استخدمنا معياراً للزمن عن طريق السيزيوم، وعرفنا سرعة الضوء، ومدة سيره، نحصل على المسافة التي قطعها. فمن الممكن إذاً تعريف المتر باستخدام المدة اللازمة للضوء كي يقطع مسافة مساوية له. وهكذا ينضم المكان إلى الزمان في عيار مشترك، هو عيار تواتر للسيزيوم الذي يكفي وحده لتعريف المتر والثانية.

ضبط ساعة الكوارتز

ساعة كوارتز

تجويف عالي التواتر

تحريض مغناطيسي ثابت

مغناطيس كهربائي

سيزيوم ١٣٣

فرن ١٠٠ م°

تنبعث ذرات سيزيوم ١٣٣ من فرن، ويجري فرزها بين قطبي مغناطيس. ولا يجتاز التجويف الذي يسوده حقل عالي التواتر ومتفق مع تواتر انتقال السيزيوم (أي الانتقال بين سويتي طاقة) سوى الذرات التي تكون في حالة طاقة مناسبة، أما الذرات التي لم تخضع لانتقال فيستقبلها كاشف تستخدم إشارته لضبط تواتر تحريض التجويف بواسطة ساعة كوارتز. فميقاتية السيزيوم في حقيقة الأمر ليست سوى ساعة كوارتز يوجهها انتقال السيزيوم.

-٩-

علم القياس الحالي

قياس الزمن

حديث أجري مع فرانسوا مينيار[١] الباحث في المركز الوطني للبحث العلمي، وفي مركز الدراسات والأبحاث الجيولوجية والفلكية. غراس، فرنسة

إميل نويل: رأينا أن مفهوم المكان- الزمان لم يظهر في الفيزياء إلا في القرن العشرين، بينما نرى أن قياس المكان والزمان في السابق وحتى الآن، قد لجأ إلى مرجعين مختلفين، فهل لا يزال علم القياس يسير في الطريق نفسه الذي سار فيه علم القياس التقليدي في هذا الميدان؟

فرانسوا مينيار: يمكن القول إن علم القياس الحالي لا يزال على الوضع نفسه، ولكنه لن يظل عليه لأمد طويل. فكما قال لك السيد تريان في حديث سابق، توجد دوماً مرحلتان، واحدة للزمان، وأخرى للمكان. ولا يزال هذان العنصران منفصلين في مسائل القياس. ولكن قياس المكان المتميز عن قياس الزمان يشهد الآن آخر أيامه. وسيمر بعض الوقت قبل أن تمتزج فكرتيهما وأن يرتبط علم قياس المكان في تعريفه بعلم قياس الزمان. ومن الوجهة التطبيقية، يتحتم علينا دائماً قياس الأطوال وقياس الأزمنة، أو ستوجد دائماً عمليتان، ولكنهما ستتوحدان من الوجهة النظرية.

أخلص من ذلك إلى أنه لا زال بإمكاننا الحديث عن مقدارين. وعلى هذا، أعرض عليك الآن معالجة قياس الزمان نظراً إلى أن قياس المكان

---

(١) Francois Mignard.

سيكون موضوعاً لحديث مقبل. على أن طريقتنا اليوم لقياس الزمان تختلف عن القياس التقليدي. فلو عدنا إلى زمن الميقاتيات، لرأينا أن هذا القياس (قياس الزمن) قد بُني، كما يبدو لي على تناوب الليل والنهار، أي على مدة اليوم، أليس كذلك؟

صحيح «كلياً» ويأتي هذا البناء نتيجة للملاحظة البسيطة. فالناس (وحتى الحيوانات) ألفوا منذ فجر الخليقة هذه الدورات التي تفرضها عليهم سُنَّة الكون. وأولى الدورات الأوضح هي الدورة اليومية، أي تعاقب النهار والليل المنتظم الذي رتبت الحياة وفق نظامه. ففي الليل، كانوا ينامون لأنهم لا يستطيعون التنقل، إذ لم تكن لديهم إضاءة صناعية، ولم يكن ثمة غير القمر في الليالي المقمرة. فكان عليهم طبعاً أن يتلاءموا مع هذا الوضع. ثم استخدموا بالتدريج هذه الدورة لتعيين زمن كان يقترب من الزمن العلمي. فالفلكيون كانوا بحاجة إلى الزمن، كما احتاجه عامة الناس بعد أن أصبحت حياتهم اجتماعية. وقد لزمهم إعطاء المواعيد،ولزمهم معرفة الوقت: أهو الصباح أم بعد الظهر. وربما دعت حاجات عارضة إلى تحديد هذا الموعد بدقة أفضل. كأن يحتاج أحدهم إلى أن يشير لآخر على لحظة معينة خلال اليوم. وقد تطور الزمن العلمي عملياً على هذا النحو حتى القرن العشرين. إلا أن علينا التمييز مع ذلك بين جانبين في فكرة قياس الزمن، أولهما كان تحديد الزمن، لذلك كان لابد من رصد السماء. بمعنى أن دوران الأرض هو الذي كان يعين الزمن. فتقرر أن يكون اليوم ٢٤ ساعة. وكان شروق الشمس وارتفاعها عند الضحى، ثم مرورها في مستوي الزوال وقت الظهر، ثم مغيبها الذي يعقبه الليل وحركة النجوم، تدل كلها على أزمنة. وكان لابد من تعيينها، وكانت الأرصاد الفلكية هي الوسيلة الوحيدة إلى ذلك. فكانت الأرصاد تتم، إما بوسائل رائعة كالإسطرلاب القديم، وإما بوسائل زوالية عندما أصبحت في متناول الناس في القرن الثامن عشر. وهذه الوسائل الأخيرة كانت تفيد في تعيين لحظة مرور نجم ما في مستوي زوال الراصد. أما الجانب الثاني، الذي يختلف كلياً عن الجانب السابق، فهو مسألة الحفاظ على معرفة الزمن. وهذا يعني إمكان تحديد حالة السماء في أثناء النهار، أو الليل دون النظر إليها. فقد تمنع رداءة الطقس من غيوم وغيرها، رؤية السماء، وقد يجهل المرء كيف يتجه حسب النجوم في الليل. ولذا كان لابد من الحفاظ على معرفة الزمن. كما لا بد لهذا الحفاظ من استقراء حركة دوران الأرض (لوضع جداول تبين حالة السماء يوماً فيوماً وساعة فساعة) حتى عندما لا يمكن قياس وضع النجوم. وقد تحقق ذلك بواسطة الميقاتيات أياً كان نوعها.

وكانت هذه الميقاتيات تعتمد على طريقة جريان شيء يبدو في جريانه مماثلاً لمرور الزمن. وقد ابتكروا الميقاتية المائية التي كانت على الأرجح أكثر الميقاتيات تطوراً. وهي تعتمد على قياس الزمن الذي تستغرقه كمية من الماء لكي تجري من وعاء إلى آخر بانتظام، أي إنها تشبه الزمن في جريانه المنتظم، ويكفي عندئذٍ تدريج الوعاء لمعرفة مقدار الزمن الذي مضى. وكانت هناك أيضاً المزولة الشمسية التي كانت تساعد على قراءة الزمن من التدريج الذي يشير إليه الظل الذي تبقيه الشمس على مستوٍ وضعت عليه تدريجات. وقد لاحظوا كيف يتغير مقدار الظل واتجاهه في أثناء النهار. وهكذا كان يقدر الزمن. وكانت هناك أدوات أخرى يمكن تعدادها، ولكن الأدوات التي نعرفها الآن جميعاً هي حتماً ميقاتيات الحائط ذات الرقاص. وقد ظهر هذا النوع من الميقاتيات الجديدة بهذه التسمية، بفضل غاليليه وهويجنز. وقد كان ثمة ميقاتيات قبل مجيئهما، ولكن الميقاتيات ذات الرقاص المعيّر، ظهرت عندما نجح هويجنز في تصور فكرة الانفلات. وعندئذٍ أصبحت محفظة الزمن جاهزة فعلاً لديهم. لأن ميقاتية من هذا النوع، ليست سوى محفظة للزمن، إنها لا تفيد في تعريف الزمن، لأن السماء هي التي تعرفه، ولكنها تفيد في حفظه خلال اليوم من قراءته مباشرة حتى في حالة الطقس الرديء. وكان الفلكيون يرصدون السماء من وقت لآخر، ويقولون: «إن محفظتكم الزمنية لا تقوم بعملها على النحو الجيد، إنها متقدمة بعض الشيء أو متأخرة بعض الشيء». وما كان يُقرأ على المحفظة ليس سوى ما يظن أنه حالة السماء (وضع الشمس أو وضع نجم ما) في لحظة قراءة الميقاتية. وكان هذا التحديد هو كل ما تقوم به هذه الميقاتيات. ولكن فيما بعد، تغيرت الأمور قليلاً، وعدل جهاز الميقاتية، ثم تعريف الزمن، وبلغ ما بلغه في القرن العشرين.

هذا جيد، لقد وصلنا إلى ما يميز القياسات التقليدية من طرق القياس الحالية. ترى هل نجم هذا الاختلاف عن تعديل طرأ على مفهومنا نفسه لقياس الزمن، أم أنه نجم بطرق منطقية عن تطور صنع الوسائل. فقد توصلت هذه الوسائل بعد محاولات تحسين دقة القياس إلى تغيير نوعي.

إن مفهوم الزمان لم يتطور كثيراً عما كان عليه منذ عهد نيوتن على الأقل. وكل ما في الأمر، هو أن الفيزيائيين حاولوا تحقيق زمن منتظم، وقد سعوا إلى ذلك بواسطة محافظ للزمن تزداد دقة مع مرور الأيام. وهنا، بفضل تعديل هذه المحافظ، تغير كلياً تحقيق الزمن وتعريفه. فتقدم الفيزيائيين في فن صنع الوسائل هو الذي أدى بهم، وبالفلكيين طبعاً، إلى تغيير فكرتهم السابقة عن الزمن وعن

طريقة تكوينه. فما حدث شيء بسيط يسهل فهمه. إن التعريف الأول للزمن كان مرتبطاً بدوران الأرض. ثم صنعت محافظ للزمن يمكن موازنة إحداها مع الأخرى يوماً بعد يوم. والآن، تخيل أنك في لحظة ما وضعت في مرصدك عشرة محافظ، ورحت تقيس دوران الأرض من رصد النجوم كل يوم. وعندما تكون محافظ الزمن دقيقة جداً، ستلاحظ بدءاً من لحظة ما أن ٨٦٤٠٠ ثانية من ثواني هذه المحافظ تشكل يوماً شمسياً وسطياً. وعندئذ ستقول في سرك: «هاك، إن ميقاتياتي هي حقاً في حالة سليمة جداً، وإني لأشعر أن الأرض لا تدور دوراناً منتظماً كل الانتظام تماماً». وهذا فعلاً ما حدث. فقد أصبحت محافظ الزمن في لحظة معينة، تعطي الزمن بدقة أكبر. بمعنى أن الفيزيائيين قرؤوا التوقيت فيها قراءة أفضل مما قرؤوه في الساعة السماوية، وأنها (أي ميقاتياتهم) هي في الوقت نفسه، أكثر انتظاماً. وعندئذ قالوا لأنفسهم «إذا كانت محافظ الزمن أكثر انتظاماً بكثير من الأرض، فلماذا لا نعرف الزمن بهذه المحافظ؟ وبدلاً من أن نتخذ من التلسكوبات مؤشرات على الميقاتية- الأرض وهي تدور، حيث تكون أرقامنا هي نجوم السماء، سنتخذ محفظة الزمن، ونقرر استخدامها في تعريف الزمن». وهذا ما حدث في الستينات من هذا القرن.

نعم، ولكن ما حدث في الستينات، كان تطوراً في صنع الوسائل أكثر أهمية بكثير مما يبدو من قولك هذا.

نعم، يجب أن نرى كيف حدث ذلك علمياً. صحيح، لقد لوحظ أول ما لوحظ أن الأرض لا تدور دوراناً منتظماً. وكان ذلك قبل الحرب الأخيرة مباشرة، أي بين العامين ١٩٣٧-١٩٣٨، في مرصد باريس. فقد لوحظ أن الأرض تتسارع وتتباطأ حسب الفصول. كما لوحظ أن حوادث كسوف الشمس لم تحدث قديماً في الأوقات التي توقعتها الحسابات التي أجريت على أساس أن دوران الأرض منتظم. وبعد الحرب مباشرة، تطورت صناعة الميقاتيات، فوجدت معايير الزمن القائمة على التواتر، وهذا ما يصلنا باللحظة الراهنة. فاليوم، لم تعد تستعمل الميقاتيات ذات النابض أو الرقاص (أو حتى الكوارتز) على أنها أداة لتعريف الزمن، بل إن ما اتخذ هو معيار السيزيوم. فاليوم تصنع ميقاتيات تعمل بالسيزيوم. وهذه الميقاتيات، منتظمة الضربات إلى حد بعيد. وفي أحد الأيام، وبعد أن رأوا أن في حوزتهم ميقاتيات ذات نوعية راقية جداً، قرروا استخدامها في تعريف الثانية، فاليوم، لم تعد تعرّف الثانية على أنها جزء من ٨٦٤٠٠ جزء من طول اليوم الشمس الوسطي،

بل تعرَّف على أنها ٩ مليارات وكسور المليار من أدوار السيزيوم ١٣٣. وهكذا عُرِّف الزمن بطريقة جديدة، ولم تعد له علاقة بالسماء. هذا فضلاً عن أننا نستطيع اليوم، وبامتلاكنا هذه الأداة لتعريف الزمن، صنع ساعات من ذرات هذا السيزيوم. بمعنى أننا لم نعد نملك فحسب وسيلة جديدة لتعريف الزمن، بل كذلك أداة لحفظه، والمعيار هو السيزيوم. ولتحقيق هذا المعيار، ولإنجاز تعريفه، نستخدم أداة تسمى الميقاتية الذرية.

ولكن لماذا اختاروا السيزيوم تحديداً في هذا الانتقال من السماء إلى المختبر ولماذا ٩ مليارات وكسور المليار، وليس١٠ مليارات بالضبط، طالما أنه تعريف جديد؟

هذا مؤكد، كان بالإمكان اختيار١٠ مليارات. ولكن ما حدث، هو أنهم قاسوا فترة انتقال هذا السيزيوم (من حالة كمومية إلى أخرى). وقد قاسوها اعتماداً على واحدة سابقة للزمن. وكانت هذه الواحدة هي التي عرفت استناداً إلى دوران الأرض. وقد رأوا عندئذٍ أن القياسات الدقيقة تدل على أن هناك ٩ مليارات وكسور من المليار من مدة الهزة الواحدة في السيزيوم في كل ثانية من الزمن التقليدي. فقالوا: «والآن، هل نأخذ ١٠ مليارات، أم نأخذ ٩ مليارات وكسور المليار». وكان في مقدورهم أخذ ١٠ مليارات، ولكن الثانية في هذه الحالة ستكون أطول من المألوف بفارق صغير جداً. ولو فعلوا ذلك، للزم تغيير عدد الثواني في اليوم لكي يظل التوقيت على وفاق مع العناصر الزمنية السماوية. ولكنهم عندئذٍ سيخرجون عن المألوف. فقد جرت العادة دائماً، عند إحداث تغيير في فن القياس، ألا يحاولوا جعل الأمور مفاجئة خارجة عن المألوف. فقرروا تجاهل الارتياب في عدد أدوار السيزيوم ١٣٣ المتضمن في ثانية من الزمن الوسطي، أي الزمن المألوف، ثم التخلص من كل زيادة أو نقص قد يتمثل في هذا القياس. وهكذا قرروا ٩ مليارات و ١٣٩ مليون وكسور المليون، وظل يوجد عملياً ٨٦٤٠٠ ثانية جديدة في اليوم، كما ظل التوقيت متفقاً تقريباً مع اليوم ومع العناصر الفلكية، ومع دوران الأرض ومع شروق النجوم وغروبها. وهذه الطريقة مريحة أكثر لحياتنا العملية العادية.

إذا فهمت ما تعنيه، تكون ميقاتيتكم الذرية قد صنعت الزمن بدلاً من قياسه كما كان الحال؟

نعم، إنها تصنعه، ولكن يمكن استخدامها كذلك في قياسه. لنعد إلى هذه العبارة «إنها تصنعه». إن الزمن المعرف باستخدام الأرض، لم يكن معقداً جداً. فالأرض موجودة، وهي في متناول الجميع، ويكفي رؤيتها وهي تدور، وكذلك رؤية السماء تمر أمام الزوال. وكانت هناك مؤسسات دولية تُرسل إليها نتائج القياس، فتحدد السلّم الزمني وتقول كيف كانت الأرض موجهة بالنسبة للميقاتيات. والآن، بالنسبة للسيزيوم، يجب كذلك صنع هذا السلّم الزمني، أي يجب أن تعد الثواني الذرية، ثم يذاع مثلاً: «الآن، نصل إلى مليون ثانية ذرية، الآن عشرة ملايين». ويجب أن يبث ذلك عبر العالم. ومن الحلول التي تؤدي إلى هذا الهدف، هو صنع ساعة ذرية توضع في مكان أمين، في المكتب الدولي مثلاً، في باريس. وهذه الميقاتية الذرية ستعرف الزمن للعالم. ولكن لابد أنك لاحظت خطورة هذا النظام. افرض مثلاً أن عطلاً طرأ على التيار، أو أي عطل من نوع آخر. وهذه العوارض لا يمكن التحكم فيها. فهذه الميقاتية إذن، قد تتوقف، ولا يمكن بعد ذلك إذاعة الزمن. ولما كان القائمون على الأمر يعلمون أن الأرض لن تكف عن الدوران، في حين أن هذا الأمر بالنسبة للميقاتية الذرية غير مضمون، عند ذلك قرروا ألا يُعرَّف الزمن وتدريجه بميقاتية ذرية واحدة، بل بمئة ميقاتية موزعة في أنحاء متفرقة من العالم. وفي كل يوم، يرسل كل مرصد، وكل مركز يملك ميقاتية أو ميقاتيتين أو ثلاث أو خمس، أو حتى عشر ميقاتيات ذرية كما في مرصد واشنطن، أقول: يرسل قراءة ميقاتيته إلى مرصد باريس. وهناك تتم الموازنة بين جميع القراءات ويؤخذ وسطي معين لها جميعاً مع الترجيح. فما يعطيه هذا الوسطي لقراءة الميقاتيات الذرية المائة، يستخدم في تعريف السلم الزمني الذري، أي السلم الزمني الجديد الذي يعتمد العد المستمر لانتقالات ذرات السيزيوم في هذه الميقاتيات الذرية، وهكذا تركوا الاعتماد على الدوران الدائم للأرض.

ولكن، كيف يمكن أن نوازن بين ميقاتيتين تفصل بينهما مسافة ١٠٠٠ أو ٢٠٠٠ كم، طالما أن الفرق بين هاتين الميقاتيتين صغير إلى هذا الحد[1]؟

هذه مشكلة ضخمة، بل إنها لم تُحل حلاً كاملاً، وأعني بها مشكلة الوصول إلى قراءتين متوافقتين على درجة عالية من الدقة. فكل ميقاتية بمفردها هي ميقاتية جيدة جداً وتحقق الزمن الذري والثانية الذرية، فدقتها كما قلت تبلغ جزءاً من ألف مليار من الثانية. فكل ميقاتية إذن هي أساس صالح جداً للزمن. ولكن لا تسير

---

(١) لأن البث يكون عن طريق أمواج الراديو، وهذه تستغرق زمناً لوصولها.

كل واحدة منها بمفردها كما تسير جارتها مئة بالمئة. لذلك لا يمكن أن نقرأ عن هذا البعد ميقاتيتين بدقة توازي هذه الدقة. مما يفقدنا الكثير من جودة الأداة عندما نقرؤها عن بُعد. فمثلاً نحن في باريس، عندما نقرأ ساعة واشنطن، ربما نصل إلى ذلك في ميكروثانية (أي جزء من مليون من الثانية)، ولكن ليس بأفضل من ذلك كثيراً. فالسلّم الزمني الذي نذيعه في النهاية، أي السلّم الزمني الذي تستطيع استعماله في مخبرك، سيبلغ دقة ميكروثانية. فلا يمكنك أن تؤرخ الحوادث التي تجري في السماء أو في المخبر بدقة أفضل من ميكروثانية وسطياً، أو لنقل عشر الميكروثانية، أي مئة نانوثانية. ذلك أن ما يجب ملاحظته، وما هو طريف فعلاً في هذه القضية، هو أننا لا نستطيع قراءة الميقاتية فوراً أو آنياً. فقد تلاحظ اليوم حادثة، ثم تحصل على تأريخها الصحيح بعد شهرين، أي يجب أن تنتظر بعض الوقت لكي تعرف في أي لحظة وقعت، أو على وجه الدقة، ما تاريخها بسلّم الزمني الذري، وهذه الظاهرة، أي ظاهرة تأخر التوقيت كانت تحدث بشكل مشابه نوعاً ما في تقدير الزمن، حين كانوا يعتمدون على دوران الأرض، وكان الخطأ آنذاك ميليثانية (جزء من ألف من الثانية) بدلاً من الميكروثانية. وكان أيضاً لابد من الانتظار لبعض الوقت لكي نستطيع فعلاً تأريخ حادث في سلم الزمن المرتبط بدوران الأرض، ونوازنه من ثمَّ مع ما لوحظ في السابق. ويترتب على مسألة التواقت هذه أمور تتعلق بحياتنا اليومية، على الرغم من أنها لا تدرك مباشرة بالحواس. وقد قلت لك إنها لم تُحل حلاً قاطعاً. وهناك الكثير ممن يلحون على هذه المسألة. من هؤلاء مثلاً خدمات التحكم الجوي (الطيران)، إنهم بحاجة إلى ضبط مختلف أبراج المراقبة التي تصدر إشارات تستفيد منها الطائرات، ولنقل خلال مئة نانوثانية. ومئة نانوثانية مدة قصيرة جداً، وما زلنا لا نستطيع أن نواقت على هذا المستوى من الدقة. ولكن ثمة آخرون يودون أيضاً أن يواقتوا أموراً على هذا المستوى من الدقة، وهي مصالح الاتصالات عن بعد. وسأشرح لك بسرعة كيف تعمل هذه الاتصالات ولماذا الدقة. عندما تستعمل الهاتف، يتحول صوتك إلى إشارة كهرطيسية. لاحظ أننا لا نحتاج إلى تحديد كبير من أجل الهاتف لأنه ليس على درجة عالية من الأمانة. وسنراعي أن التواترات الصوتية لن يُحتفظ منها إلا بتلك التي تبلغ ألف هرتز. وعندما نرسل إشارة تواترها ألف هرتز في سلك (أو كابل) أو في حزمة هيرتيزية عن طريق قمر صناعي يقوم بدور مركز ارتباط وتقوية، عندئذٍ لا حاجة لإرسال إشارة مستمرة. بل يكفي إرسال قطعة من صوتك كل جزأين من ألف من الثانية، أي كل ٢

ميليثانية. فأنت إذن ترسل عينة من صوتك تأخذ مثلاً نانوثانية من كل ٢ ميليثانية. فهناك مكان فارغ بين قطعتين متتاليتين من صوتك. وهكذا نستطيع استعمال الفاصل لاتصالات أخرى كلها مع صوتك في آن واحد تقريباً (أي بفروق ضئيلة جداً). ففي المثال المذكور آنفاً نستطيع إرسال خمسمئة مكالمة في آن واحد تقريباً. وعندما تصل هذه الأصوات إلى الجهة الأخرى من الأطلنطي، يجب أن نكون قادرين على فصل القطع بعضها عن بعض ثم وصلها (أي وصل صوت كل فرد على حده). ولذا يجب أن نؤرخها بدقة فائقة. وكلما أحسن تأريخها (وتحديد توقيتها) استطعنا وضع مكالمات أكثر في الثانية الواحدة، أي استطعنا أن نرسل، في آن واحد تقريباً، مكالمات أكثر.

وفي هذه الحالة، إذا لزمنا شهران لتأريخها، تضطرب الاتصالات الهاتفية.

نعم، إن التواقت يجب أن يتحقق مع تغطية عالمية وفي زمن حقيقي (لا بعد فوات الوقت)، أي يجب أن يتحقق التواقت بعدد من النانوثواني الجاهزة فوراً في كل مكان. وأول تجربة أقلعت مع القمر الصناعي سيريو٢ ضاعت للأسف عندما أخفق الصاروخ إيريان في حمل القمر. وهكذا ستصنع التجهيزات من جديد ويفترض أن تنطلق في قمرها في غضون السنوات القادمة، وسيجهز القمر بعاكس لازري وسيكون بالإمكان، بواسطة حزمة لازر منبعثة من محطات أرضية، تحقيق تواقت الميقاتيات على طرفي الأطلسي بفارق عدد من النانوثواني.

أعود إلى مسألة الدقة، هل اختير السيزيوم لأنه أحد العناصر المعروفة بانتظامها الشديد؟

الحقيقة، يجب أن يقدر الانتظام تبعاً للمدة التي يرغب أن يستمر فيها هذا الانتظام. فإذا تحدثت عن زمن قصير إلى حد ما، أقل من ثانية أو أقل من بعض الثواني، وجدت أن اهتزازات الكوارتز أكثر استقراراً بكثير من اهتزازات السيزيوم. فالكوارتز، من أجل فترة قصيرة جداً، أفضل من السيزيوم. حتى إن الميقاتية الذرية هي في حقيقة الأمر ميقاتية كوارتز، ولكن اهتزاز الكوارتز فيها، يوجهه انتقال السيزيوم. غير أن دور اهتزاز الكوارتز ينحرف عن قيمته مع مرور الوقت، فهو ليس مستقراً لأمد طويل. أما للفترات المتوسطة المدى، فلدينا لازر الهيدروجين، وهو كذلك مستقر جداً. ولكن السيزيوم على المدى الطويل (سنة مثلاً، أو حتى سنوات)، هو أفضلها جميعاً في الوقت الراهن. ولا يعرف حالياً شيء

آخر أكثر استقراراً على المدى الطويل. وهذا ما دعا إلى استعمال هذا النوع من الميقاتيات.

أي اختير الاستقرار على المدى الطويل، ولو استلزم الأمر تصحيح الاستقرار على المدى القصير.

نعم، ولو لزم إجراء تصحيح على المدى القصير، وكل ما في الأمر أنه اختير لأمد طويل، لأن ما كان مطلوباً هو وضع سلم زمني. لأن علم القياس يحاول دائماً العمل على فترات طويلة، وبحيث لا يحدث تغيرات مفاجئة، فهذه التغيرات سيئة العاقبة دائماً.

ولكن لما كانت الثانية الحالية (الذرية). أقصر بشيء قليل جداً من الثانية الفلكية، فالسنة الفلكية لم تعد تساوي العدد نفسه من الثواني المحسوبة بالسيزوم. مما يقتضي العودة دائماً لإحكامها؟

صحيح، أنت محق، وما قلته منطقي جداً. افرض أن لديك في مخبرك ميقاتية ذرية، فأنت ترى أن ٩ مليارات وكسور من أدوار السيزيوم الأساسية تشكل ثانية. وأنت لا ترغب في تعديل حياة الناس، فبالتعريف ٨٦٤٠٠ ثانية يجب أن تشكل يوماً كاملاً. وعند جمع الأيام تحصل على سنة. ولكن لا يوجد سبب من الأسباب يجعل هذا العدد ٨٦٤٠٠ ثانية مساوياً لـ ٢٤ ساعة،وهي المدة اللازمة للشمس لكي تعود إلى مستوي الزوال. وهذا ما يحدث فعلاً، فعند انقضاء ٨٦٤٠٠ ثانية من ثواني السيزيوم يلزم إضافة ٣ ميليثانية وسطياً لكي تعود الشمس إلى السمت[1]. و ٣ ميليثانية مضروبة بـ ٣٦٥ يوماً في السنة ستؤدي إلى تقصير ثانية تقريباً في السنة. ففي كل سنة يجب أن نضيف ثانية بحيث نحافظ على بقاء ميقاتية السيزيوم متفقة مع دوران الأرض. وكان بالإمكان الاستغناء عن ذلك، لأن ثانية في السنة ليست بذات شأن كبير. ولكن البحارة طالبوا بعدم الابتعاد عن الزمن الفلكي. فقد اعتادوا تحديد وضعهم عليه، وهم بحاجة للزمن المرتبط بدوران الأرض. وليس لديهم رغبة كبيرة في امتلاك جداول التصحيح. لذلك رتبت الأمور بحيث يكون الزمن المذاع بواسطة الميقاتية الناطقة، أي الزمن الذي تسمعونه بالراديو، غير بعيد أبداً بأكثر من ثانية عن الزمن المرتبط بدوران الأرض. وهكذا لم تضطرب حياتنا اليومية إطلاقاً.

---

(١) هذا الحديث كان في عام ١٩٨٣.

أليست طريقة قياس الزمن هذه، هي طريقة لتقريب الزمان من المكان؟ فإذا ازدادت الدقة في قياس الزمن، نرى عندئذٍ فائدة في استخدامها لقياس المسافات. ولن يتم لنا ذلك إلا باستعمال سرعة الضوء.

نعم، صحيح بكل معنى الكلمة. ومن الناحية النظرية، هذا أمر بسيط، غير معقد. ولا يلزمنا إلا أن نعرف كم تستغرق إشارة للذهاب من نقطة إلى أخرى. فإذا عرفنا سرعة الضوء، والزمن الذي استغرقه، أمكننا معرفة المسافة. ولكن هذه المسائل من الناحية العملية أعقد من ذلك. وسأعطيك مثالاً واقعياً نعيشه يومياً في فرنسة، لأن هذا النوع من التجهيزات موجود لدينا. فالإشارة هي طلقات اللازر باتجاه القمر، وهي مطبقة في فرنسة. فقد وضع ملاحو سفينة الفضاء أبولو والبعثات الآلية السوفياتية، عاكسات لازر على القمر. وتوجد الآن محطات لازر، إحداها موجودة في فرنسة في مركز الدراسات والأبحاث الجيولوجية والفلكية بالقرب من غراس[1]. وهي ترسل فوتونات اللازر إلى القمر وتنتظر عودتها. ولكي يذهب الفوتون ويعود، يلزمه تقريباً ثلاث ثوان. وتأريخ هذه المدة وقياسها تتم بدقة عالية جداً. وتقدر بالنانوثانية، أي بدقة توصف بأنها جزء من مليار، أقصد بجزء من مليار من المدة كلها. فلدينا إذاً جهاز قادر على تحديد هذه المدة بجزء من مليار من الزمن اللازم للذهاب والإياب. فإذا كنت تستخدم الزمن المرتبط بدوران الأرض، تعذر عليك تقدير جزء المليار لأنك لا تستطيع تعريف الثانية المرتبطة بدوران الأرض بمثل هذه الدقة. فلديك إذاً عند الحاجة جهاز يقيس هذه المدة بدقة عالية. ولكن ما الذي تستفيده من هذه الدقة إذا كنت لا تستطيع ربطها بثانية نظام الواحدات الدولي، فمن المهم إذاً أن يكون لدينا ثانية معرفة على افضل وجه. وهذا ما تحقق بواسطة السيزيوم. فالحاجة إلى السيزيوم، أو بالتحديد إلى الثانية المعرَّفة على أحسن وجه، هي أمور تعاش كل يوم. إن الأزمة في هذه الدقة هي أن لديك دقة جزء من مليار (إذ لديك فعلاً زمن ذهاب وإياب مقدر بهذه الدقة)، ولكنك لا تعرف سرعة الضوء بالدقة نفسها في نظام الواحدات الدولي. حتى المتر نفسه ليس معرفاً بهذه الدقة. فلن تستطيع إذاً أن تحول قياس المدة إلى قياس للمسافة دون أن تخسر الدقة.

---

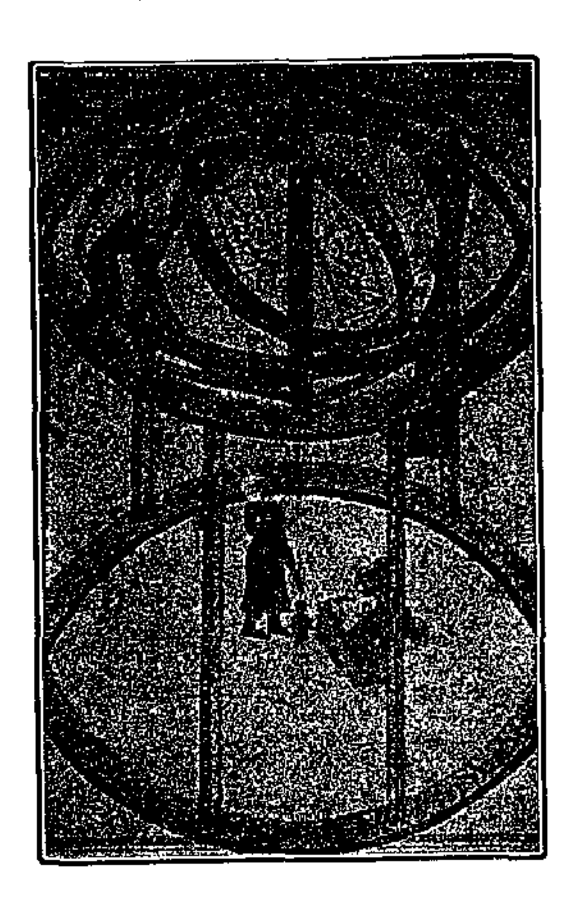
(١) مدينة صغيرة في الألب البحري على بعد ٤٠ كم من نيس وهي المركز الذي يعمل فيه المحدث.

وعلى هذا، إما أن يتخذ الفلكيون سرعة اصطلاحية للضوء، وإما أن يعبِّروا عن المسافة بمسيرة ضوء، التي هي مدة (أي تقدر المسافة بالمدة التي يستغرقها الضوء في قطعها). وهكذا اتفق جميع العلماء من الناحية الشكلية على اتخاذ سرعة اصطلاحية للضوء، ولكنهم لا يستطيعون ربط نتائجهم بالمتر.

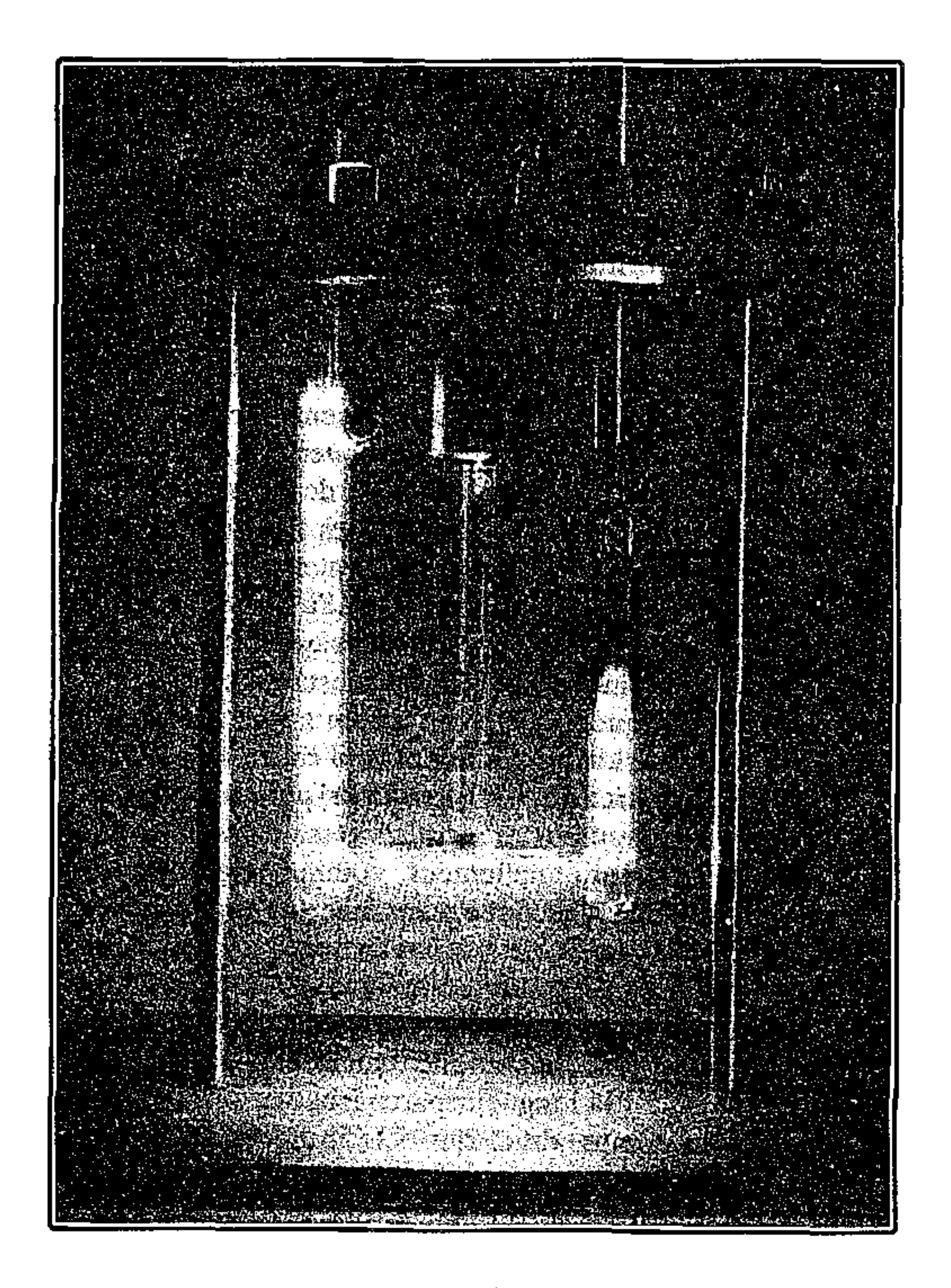
أليس مستقبل علم القياس كفيلاً بالنجاح في رد قياس المكان إلى معيار الثانية؟

هذا ما سنتوصل إليه على ما أظن، وهذا ما ذكرته في بداية حوارنا. فالثانية هي وحدة النظام الدولي المعرَّفة على أحسن وجه، بل أنها افضل ما أنجز، ولدينا أسرع طريق لتعريفها. وكل فيزيائي، يمتلك في مخبره ميقاتية ذرية، يستطيع تعريف الزمن الدولي بدقة ميكروثانية. أما بالنِّسبة للمتر، فلا نستطيع تعريفه بمثل هذه الدقة. وهو يعرف حالياً على أنه عدد معين من طول موجة إشعاع الكريبتون ٨٨. وبتحديد أكثر، هو أكبر قليلاً من مليون و ٠٠٠ , ٦٥٠ مرة من طول هذه الموجة. ولكن هذا الإشعاع (الذي كان يفترض فينا اختياره) لا يؤدي الدقة المطلوبة. فعلى الرغم من أنه إشارة نقية كل النقاء من حيث طول الموجة ، إلا أنه ممتد قليلاً. الأمر الذي يحد من دقة الموازنة بين الأمتار. أو إذا شئت، بين المساطر المعينة حسب هذا الإشعاع. ولا نستطيع تحقيق هذه الموازنة بدقة أكبر من بضع أجزاء من المليار، أو بالأحرى بين جزء من مليار، وجزء من عشرة ملايين. بينما تصل قياسات الزمن إلى دقة أكبر منذ ذلك بكثير. ومن جهة أخرى، لدينا وسائل قادرة الآن على توليد خطوط طيف مضيئة أكثر دقة بكثير من خطوط طيف الكريبتون. منها مثلاً اللازرات هيليوم- نيون. فهي تساعد إذاً، مبدئياً، على تعريف المتر تعريفاً افضل بكثير. ولكن مركز هذه الخطوط للأسف، يغير وضعه. وللخلاص من هذه الصعوبة، صنعت وسائل جديدة سميت اللازرات الخاضعة للضبط، فهي تساعد الآن على قياس أطول الموجات بدقة أعلى بألف مرة من دقة تعريف المتر. والمشكلة كما حدث بالنِّسبة لقياس المسافة بين الأرض والقمر، هي أن وحدة الطول لم تكن بعد على مستوى مزايا وسائل المخبر في أدائها، مما منع العلماء من استغلال كل إمكانات هذه الوسائل. وهكذا يمكن أن تراودنا فكرة تغيير التعريف، وأن نأخذ خطوط الطيف هذه (لأشعة الوسائل الجديدة) أساساً لتعريف المتر بدلاً من خط طيف الكريبتون الأصفر. وقد يعني ذلك إجراء تغيير آخر خلال بضع سنوات لكي نلاحق تطورات التكنولوجية. ولكي نتجنب هذا الحل، تقرر عملياً تغيير تعريف

المتر (وسيكون هذا الأمر موضع نقاش في العام ١٩٨٣ القادم). فقد استخدمت خطوط الطيف هذه الدقيقة جداً، وأعني بها خطوط طيف اليود أو الميتان بموازرة الزمن المحدد تماماً، لقياس تواترهما في الثانية الواحدة الدولية. ولقد كان عملاً رائعاً إذ توصلوا إلى تحقيقه. لقد توصلوا إلى ضم قياسات المسافة وقياسات التواتر معاً. وهكذا أصبح لدينا قياس لسرعة الضوء بتسعة أرقام معنوية (أي بخطأ لايتجاوز المتر/ في الثانية). ولم يتوصلوا إلى عشرة أرقام بسبب أن متر الكريبتون ليس دقيقاً بما يكفي. وهكذا تناول التغيير سرعة الضوء التي ستصبح المقدار الأول في نظام الوحدات. فإذا عرفت الثانية بالانتقال في ذرة السيزيوم، وكانت سرعة الضوء مُعرَّفة على النحو المذكور، نكون قد اخترنا ضمناً متراً جديداً. وتعريف هذا المتر هو أنه الطول الذي يقطعه الضوء في الفراغ في مدة ١/٤٥٨، ٢٩٩٧٩ ثانية. وهذا المتر الجديد لم تعد له علاقة بالكريبتون، والسبب هو أنه إذ لم يبق إلا معيار واحد هو الثانية، وتعريف المتر المرتبط بالثانية. وتحقيق هذا المتر سيتطلب طبعاً استخدام اللازر الخاضع للضبط.



فلكيون مسلمون يقيسون حركة الأجرام السماوية، بينما كان علم الفلك متخلفا في أوربا.



مصباح الكريبتون. منذ عام ١٩٦٠ يعرَّف المتر على أنه مضاعفات لطول موجة النظير ٨٦ للكريبتون

علم القياس الحالي

قياس المكان

حديث أجري مع باتريك بوشارين[١]، أستاذ في المعهد الوطني للفنون والصناعات

إميل نويل: سنركز معك اهتماماً أكبر على تقنيات قياس المكان. وقد رأينا في الأحاديث السابقة التي دارت حول علم القياس (المترولوجية) أن الاهتمام تركز في السنوات الأخيرة على الاهتزازات الذرية. فما المبرر لهذا الاهتمام بالمعايير الذرية؟

باتريك بوشارين: المعيار الذري من وجهة نظر المتروبولوجية الأساسية هو ميدان هام إلى أبعد الحدود. لأن الذرة تتميز قبل كل شيء بدقة انتظام اهتزازاتها الداخلية، فتواتراتها بالتالي يمكن أن تتخذ مرجعاً أولّ لقياس الزمن، وطول موجة اهتزازها يمكن أن يتخذ مرجعاً لقياس الطول. ولا تأتي أهمية الذرة من كونها مضبوطة فحسب- مع أن هذه الصيغة هي أولى الصفات الأكثر في علم القياس- بل لأن الذرات أيضاً، أينما وجدت، تكون متماثلة كل التماثل، ولا تختلف مع زمان أو مكان. أما حين تتعامل مع معيار مصنع يُرجع إليه عند الحاجة (مسطرة البلاتين مثلاً) فلا تستطيع صنع مسطرتين بالطول نفسه تماماً. فالمعيار القياسي وحيد، وجميع المساطر الأخرى ستكون نسخاً أطول أو أقصر منه قليلاً. فمن الصعب إذاً في ظروف كهذه، تعميم المعيار أو نشره على نطاق واسع. إن تحقيق تعريف الوحدة عملياً في كل مكان يصبح مستحيلاً. بينما يستطيع كل إنسان تناول

(١) Patrick Bouchareine.

الذرات، ولكن بشرط أن يعرف طريقة التعامل معها والاستفادة منها (وربما كان هذا الشرط الأخير تضييقاً هاماً لمجال الاستفادة من الواحدة). وعندما يكون تعريف الواحدة مبنياً على الذرة، يكون كل امرئ قادراً على أن يصنع في مخبره نموذجاً لهذه الواحدة. بمعنى أن الطريق أمامه مفتوح للوصول إلى المعيار الأساسي الأول. وهذه أولى الميزات التي تقدمها الذرة. إنها تكمن في عموميتها. وثاني هذه الميزات هي أنها حقاً لا تبلى. فحتى الآن لم يتح لنا تجربة واحدة يظهر منها أن ذرة من الذرات لم يعد لها، بعد طول استخدامها، نفس الخواص التي كانت لها في السابق. وإذا أخذت مصباحاً وتركته يعمل باستمرار، فقد يصيبه البلى والهرم، أما الذرات فلا. لأن الذرات يمكن أن يعاد إنتاجها مع الزمن في كل مكان، فهي من وجهة علم القياس نموذج مثالي.

أنت تتحدث هنا عن قياس الزمان والمكان فحسب، فهل يمكن استخدام هذه المعايير الأساسية، أي الذرات، على نطاق واسع في المترولوجية.

هذا حتماً أحد مطامح الفيزيائيين، فكلما دعت الحاجة إلى تعريف واحدة قياس لمقدار أساسي من مقادير الفيزياء، وتبين أن هذا المقدار يمكن قياسه على افضل وجه من الدقة، لجأ الفيزيائيون إلى اختيار هذا المعيار الأساسي: الذرات.ولكن حتى هذه اللحظة، لا يوجد سوى مقدارين معنيين بهذا المعيار الأساسي الذري، وهما واحدة الزمن بساعة السيزيوم، وواحدة الطول بطول موجة مصباح الكريبتون. وليس مستحيلاً أبداً مجيء يوم تُعرَّف فيه واحدة ذرية للكتلة. فعندما يصبح بالمستطاع مثلاً قياس ثابت أفوغادرو بدقة كافية، يصبح من الأجمل أن نقول «إن الكيلو غرام الواحد هو عدد معين من ذرات الكربون». فهذه ألطف بكثير من قولنا: «الكيلو غرام هو كتلة نموذجية من البلاتين موجودة في قصر بروتوي في سيفر Severe » (وقد نختار بدلاً من الكربون عنصراً آخر من جدول مندلييف).

إن ما ذكرته حتى الآن لا يخرج عن كونه تعداداً لفضائل المعيار الذري الأساسي. ولكن أليس لهذا المعيار مساوئ إلى جانب الميزات؟ هذا أمر مدهش حقاً.

لا، بل إن للذرات أيضاً مساوئها. والسيئة الأساسية التي تؤدي حتى هذه اللحظة إلى تحديد دقة القياس في المقدارين اللذين يعنياننا (الطول والزمن) هي أن الذرات في حالة نشاط وحركة. إنها في درجة حرارة سائدة. وطبعا يمكن أن

نبردها. فمصباح الكريبتون يبرد بالآزوت السائل. ولكننا على كل حال لن نستطيع بلوغ الصفر المطلق، لأن هذا الأمر من الوجهة الفيزيائية مستحيل. فهذه الذرات تظل بالتالي نشيطة. كما نعرف جميعاً بأن التواتر ينحرف عندما يكون مصدر الأمواج مندفعاً بالنِّسبة للراصد سواء أكانت الأمواج صوتية أم ضوئية، وقد مر كل منا بتجربة السيارة التي تطلق المنبه في أثناء مرورها من أمامه. فحين تكون السيارة قادمة نحوه، يبدو الصوت أكثر حدة مما يكون عليه عندما تبتعد عنه، إذ يضعف الصوت عندئذٍ ويبدو عريضاً. وهذه الظاهرة نفسها تلاحظ في الإشعاعات الكهرطيسية الصادرة عن الذرات. فلقياس الزمن بميقاتيات السيزيوم، قاموا بحذف هذا المفعول المتطفل باعتماد العمل فيها على القذف الذري، وبتوجيه النظر إلى هذا القذف جانبياً، أو بالتحديد، بتوجيه النظر في اتجاه عمودي على القذف.

أنت تعني بالظاهرة مفعول دوبلر الذي يكثر الحديث عنه في الفلك، أليس كذلك؟

أرجو المعذرة لأني لم أذكر ذلك، طبعاً بكل تأكيد مفعول دوبلر. بل عليَّ أن أقول دوبلر- فيزو. لأن دوبلر هو الذي لاحظ الظاهرة. وفيزو هو الذي فهمها وفسرها. وعلى هذا، فإن مفعول دوبلر- فيزو هو الذي يجعل خطوط طيف الإشعاعات الكهرطيسية للذرات أعرض حين أنظر إليها وهي حرة طليقة في وعاء، أو هو الذي يؤدي إلى انحراف تواتر عدد من الذرات عندما أنظر إليها وهي متجهة في اتجاه النظر نفسه. ففي ميقاتية السيزيوم ننظر إلى القذف الذري باتجاه عمودي، مما يؤدي إلى حذف المرتبة الأولى كلياً من المفعول، أما ما لا يحذف فيمكن تعديل كفته. وفي حالة مصباح الكريبتون لم يشاؤوا اللجوء في هذه الحالة إلى وسيلة القذف لأن هذه الطريقة من الصعب توظيفها هنا، كما تحتاج إلى تجهيزات ثقيلة العبء جداً. لذلك اكتفوا بتبريد الذرات إلى درجة حرارة النقطة الثالثة. أي ٦٣ كلفن. وقد قللوا في هذه الظروف من شأن مفعول دوبلر، ولكن ظلت مع ذلك هناك حدود أساسية لدقة العمل. فالمتر مثلاً في تعريفه الحالي الذي يعتمد على طول موجة الإشعاع المائل إلى البرتقالي، يعرف بارتياب يبلغ جزءاً من مليار تقريباً، أي بضع أجزاء من مليون من المتر في كل كيلو متر، وهذا على كل حال ليس عيباً كبيراً.

جيد. بالنِّسبة لميقاتية السيزيوم عدلت كفة المفعول تقريباً. ولكن هل لنا أن نأمل بإيجاد وسيلة افضل من مصباح الكريبتون لتعريف معيار الطول القياسي؟

لابأس. الحقيقة يرجع هذا التعريف المبني على ذرة الكريبتون إلى عام ١٩٦٠. وعام ١٩٦٠ هو عام ولادة مصباح الكريبتون الذي يستخدم معياراً أساسياً للطول. ونستطيع أن نقول كذلك إن هذا العام عام موته. لأنه العام الذي ظهرت فيه اللازرات المستمرة. وهذه اللازرات مفيدة للمترولوجية، لأن لها تواتراً محدداً تماماً. بل إن هذا التواتر معين ومحدد لدرجة أن خط طيفه أضيق بكثير من خطوط الإشعاعات الذرية والجزيئية أي العناصر التي كانت افضل الموجود قبل ظهور اللازر. ومنذ أن اخترعت اللازرات تبين العاملون في القياس أن عليهم العودة إلى هذا التعريف لوحدة الطول. ولكن لازرات عام ١٩٦٠ لم تكن مستقرة التواتر وإذا كان خط طيفها دقيقاً جداً، إلا أن تواتراتها لم تكن تتجدد على المنوال نفسه، فلم تطرح بالتالي فكرة استخدامها مرجعاً أساسياً لقياس الطول. وفي عام ١٩٧٠ نجح الفيزيائيون في المكتب الوطني للقياسات في بولدر، في جعل لازر الهليوم- نيون مستقراً في منطقة قريبة من تحت الحمراء عند طول الموجه ٣,٣٩ ميكرومتر. وقد ساعد هذا اللازر المستقر، على قياس طول الموجه، ولم يحد من دقته إلا المعيار الأساسي، أي قياس طول موجه خط طيف الكريبتون المائل إلى البرتقالي. ففي واقع الأمر أن طول موجة هذا اللازر افضل تعريفاً بكثير من طول موجة الكريبتون. وكانت مشكلة الفيزيائيين هنا مع الكريبتون، كأمرهم فيما لو كانوا قد صنعوا أيام كان معيار الطول هو نموذج البلاتين، مسطرة افضل بكثير من مسطرة البلاتين، ولكن هذه المسطرة في نهاية الأمر، أتاها الارتياب من مسطرة البلاتين نفسها وليس من المسطرة التي صنعوها. (فهنا إذاً كان عدم الدقة آتياً من الكريبتون).

فإذاً لماذا لم يتخذوا من اللازر، منذ ذلك الحين، وسيلة لتعريف المعيار؟

هذه طبعاً، هي الفكرة التي تخطر في البال، إذا كان الكريبتون يحد من قياس طول موجة اللازر، فلماذا لا نقلب الآية، ونأخذ من هذا اللازر مرجعاً لقياس طول الموجة. فالتجربة نفسها- التي هي في حقيقة الأمر تجربة تداخل أمواج- ستستخدم عندئذ لقياس طول موجة الكريبتون بالنِّسبة إلى طول موجة اللازر المستقرة. ولكن، لو كنا نفذنا هذا الاختبار، لجازفنا مجازفة كبيرة، ولتحتم علينا

تغيير تعريف المتر من حين إلى آخر. لأن هذا اللازر الذي يعود اختراعه إلى عام ١٩٦٩، كان أوَّل لازر خاضع للضبط والإحكام. ومن ذلك الحين، نجح الفيزيائيون بضبط كثير غيره من اللازرات، ولا سيما في مجال الأشعة المرئية لا في مجال الأشعة تحت الحمراء. هذا، علماً أن استخدام الأشعة المرئية في تجربة التداخل- الضرورية لتحديد طول موجة ما- هي أنسب للعمل بكثير من الأشعة غير المرئية. لذلك اهتم علماء القياس كثيراً باللازرات التي ظهرت بعد اختراع أول لازر منضبط، أي لازر الهليوم- نيون، فقد وجدوا كذلك لازر الأرغون وغيره من اللازرات. حتى إن اختيار لازر معين معياراً للطول، يعني تسريب عادة وجوب التغيير أيضاً من حين إلى آخر. ثم إن اتخاذ طول موجة ما وحدة للطول يعني أن طول هذه الموجة أصبح معروفاً دون ارتياب، أو بالضبط. في حين أن معرفة طول موجة معينة بشكل صحيح تماماً ليس أمراً ذا شأن. فقد نتساءل: لماذا يكون هذا اللازر بدلاً من ذلك؟ طبعاً. سنختار اللازر الأكثر استقراراً، ولكن الإشعاع من حيث هو إشعاع ليس مهماً بشكل جوهري. وعند ذلك ظهر عنصر جديد. ففي العام ١٩٧٠، وعلى هذا اللازر نفسه، نجح فيزيائيون آخرون في إحراز سبق مترولوجي بديع جداً. فقد قاسوا أيضاً تواتره. وهكذا أصبح لديك لازر يمكن قياس تواتره بارتياب نسبي أضعف بكثير من الارتياب في طول موجته. لأن معيار الزمن معروف بشكل يفضل كثيراً على معيار الطول. وقد قيس هذا التواتر بارتياب لا يتجاوز جزءاً من عشرة مليارات جزء ($١٠^{-١٠}$). فالمصدر نفسه إذاً (أي اللازر المعني)، كان لدينا تواتره وطول موجته معروفين بارتياب كان محدوداً أي في الحقيقة بمعيار ذلك الحين أي بمصباح الكريبتون.

والآن، بعد أن عرفت التواتر وطول الموجة تستطيع أن تحسب سرعة انتشار الأمواج من علاقة بسيطة جداً: سرعة الضوء تساوي جداء طول الموجة في التواتر. حتى إن هذا القياس وصل إلى قيمة لسرعة الضوء هي ٢٩٩,٧٩٢,٤٥٨ متراً في الثانية، وذلك بارتياب قدره ١,٥ متر في الثانية تقريباً. وهذا الارتياب لا يأتي في الحقيقة إلا من معيار الطول (متر الكريبتون). ولكي نعين الأرقام المعنوية (أي الفعلية) التي تلي ٨ (أي على يمينها)، أي الأرقام التي ستلي الفاصلة. كان يجب أن يكون لدينا معيار افضل تعريفاً من الكريبتون. في حين أن الرقم ٨ نفسه، بوجود الكريبتون، هو رقم غير موثوق. لأن الارتياب بمقدار متر زيادة أو نقصاناً. فهذا الرقم، بوجود الكريبتون مرجعاً، قد يكون ٧ بدلاً من ٨، وطالما أننا لم نختر بعد معياراً افضل، فستظل الأرقام التي يجب وضعها على يمين الرقم ٨ مجهولة. ولكن

الكثير من العلماء تساءلوا حينذاك: «بدلاً من أن نختار معياراً جديداً أحسن تعريفاً لكي يساعدنا على إضافة أرقام بعد الفاصلة، لماذا لا نقرر أن هذه الأرقام هي صفر؟». وهذا يعني قولنا: إن سرعة الضوء c هي العدد الذي ذكرته أعلاه بلا زيادة ولا نقصان ولا ارتياب. وإن المتر لا يمكن بعد ذلك أن نختاره بشكل مستقل عن سرعة الضوء. بمعنى آخر، إن المتر لم يعد شيئاً اختيارياً. وعلى هذا نكون قد عرفنا المتر بهذه القيمة العددية. فإذا ثبتنا c يصبح المتر هو الطول الذي يجتازه الضوء في مدة $\frac{1}{c}$ ثانية.

وهكذا بني تعريف معيار الطول اعتماداً على سرعة الضوء، معتبرين أن المتر هو المسافة التي يجتازها الضوء في زمن معين. إلا أن هذا التعريف يجرنا إلى سؤالين: أولهما أن هذا الاستنتاج (استنتاج تعريف المتر) لم يكن ممكناً إلا لأننا وضعنا ثقتنا في قياس الزمن، أي في معيار الزمن، في حين أن هذا المعيار اصطلاحي. ثم السؤال الثاني، وهو يتعلق بالناحية العملية، كيف ستحصل من هذا المرجع الأساسي لقياس الطول على نموذج حسي مجسد لهذا المعيار؟.

أما فيما يتعلق بالسؤال الأول، فمن الواضح تماماً أن علماء القياس، إذا كانوا قد قبلوا أن يكون المتر مرتبطاً بالثانية نتيجة لارتباطه بسرعة الضوء، فما ذلك إلا لأن الدقة في ميقاتية السيزيوم هي أعلى بعدة مراتب من الدقة الجاهزة حالياً في قياس أطوال الموجات. فوجود ارتياب على صعيد ميقاتية السيزيوم لن يكون له بالتالي، ولزمن ما زال طويلاً جداً، عواقب من أي نوع على قياس الأطوال. وأما من الناحية التطبيقية العملية التي تتعلق بسؤالك الثاني، فيمكن القول إن هذا الأمر لن يؤدي إلى تبديل ضخم في ما ألفناه. ولنعلن فوراً أن الكريبتون سيظل دائماً في اللحظة الراهنة التي نتحدث فيها هو المرجع الذي يعرف المتر. أما هذا التعريف المبني على سرعة الضوء، فالمفروض ألا يصبح ساري المفعول إلا بعد المؤتمر القريب. أي بعد أن يوافق عليه الجميع، أي في نهاية عام ١٩٨٣. ولكن يجب أن نقر بان هذا الأمر من الناحية العملية، لن يبدل شيئاً ذا بال في التقنيات المعمول بها الآن. فمثلاً يعرف الجميع أنه لقياس المسافات الكبيرة جداً يستعمل أصلاً هذا الشكل لتعريف المتر. خذ حالة قياس المسافة بين الأرض والقمر. إننا نستطيع قياس هذه المسافة بإرسال نبضة لازر بواسطة تلسكوب باتجاه عاكس سبق وضعه على سطح القمر. ثم نقيس زمن ذهاب النبضة وعودتها. فهذا القياس

بالتالي هو القياس المبني على مبدأ التعريف الجديد. وفيما يتعلق بالقياسات الجارية على صعيد المخبر، سنستمر في استخدام طريقة التداخل لحساب طول موجة الإشعاعات، فلن نعتمد بعد ذلك مصباح الكريبتون. والحقيقة أستطيع أن أقول لك منذ الآن، إننا لا نعتمد هذا الكريبتون، لأن من الأنسب لنا العمل بواسطة لازر، فطيفه أكثر صفاء ودقة، ويمكن أن نتعرف بطول موجته على فروق مسير غير محدودة عملياً. أما بمصباح الكريبتون فلا يمكن أن نستعرض إلا مليون هدب. هذا إضافة إلى أن طيفه ليس نقياً تماماً، لذلك يعطي ضبابية في الأهداب سرعان ما تجعل كل قياس أدق أمراً مستحيلاً. وهكذا ترى أن الجميع يستخدمون عملياً، ومنذ الآن، اللازرات لقياس أطوال الموجات بالنِّسبة للكريبتون. فهذا التعريف الجديد لن يأتي بالتالي بانقلاب كبير على صعيد القياسات في المخبر، أي على القياسات الفعلية، بل سيساعد فحسب، عند إجراء القياس بلازر ضبط استقراره، على تجنب المتاعب الناشئة عن الارتياب العائد حالياً إلى طول موجة الكريبتون، وعلى استغلال الدقة التي سنحصل عليها في قياس التواتر. لأننا إذا استطعنا قياس تواتر هذا اللازر بدقة، ولنفرض أنها جزء من عشرة مليارات، فعند تطبيق الدستور $\lambda = \frac{c}{\nu}$ الذي سبق أن عرفت سرعة الضوء فيه بدون خطأ، نحصل على قياس طول الموجة النظري بمثل هذه الدقة الموجودة على التواتر.

هذا يعني أننا اعتبرنا سرعة الضوء، على الرغم من كل شيء، ثابتة ثباتاً مطلقاً؟

في الوقت الراهن، لا. فالمتر، من المؤكد أنه لا يزال معرفاً بطول موجة الكريبتون، والزمن معرف باهتزاز ساعة السيزيوم. ولكن نظرية النسبية مثلاً،تقول لنا، إن دور ذرة الكريبتون والسيزيوم تختل إذا ما وجد حقل جاذبية. فسرعة الضوء بالتالي ليست ثابتة. ولكن إذا كان هذا المقدار (سرعة الضوء) ليس ثابتاً، فلماذا نعطيه بالتعريف قيمة ثابتة؟ ليس من الخطأ تعريف المتر بهذا الشكل. كل ما في الأمر، أن سرعة الضوء ستكون عندئذ ثابتة اصطلاحاً. وهذا لا يعني أن نظرية النسبية ستصبح خاطئة، بل إنه يعني فحسب أن الطول المجسد على شكل مسطرة يجتاز الضوء طولها في زمن معين، سيكون حتماً بالقرب من كتل مختلفة غي ثابت. وقد لوحظت هذه الظاهرة فعلاً على قياس الأزمنة. فقد ساعدت مراقبة الدقة في ميقاتية سيزيوم على إظهار ذلك الخلل. فعندما تكون لديك ميقاتية سيزيوم تعمل على ارتفاع معين حيث يكون حقل الجاذبية أضعف مما هو عليه عند سطح

البحر، عندئذ يجب تصحيح الميقاتية. ويجب كذلك إجراء التصحيح على الأطوال. ولكن عليَّ أن أقول لك فوراً، إن هذا التصحيح ليس ضرورياً قبل مرور وقت طويل، وحتى اللحظة التي نحن فيها لا تزال دقة قياس الأطوال أبعد من أن تبلغ القدرة على كشف ما يجب كشفه وما أعلنت عنه نظرية النسبية. وكل ما أريد قوله، هو أن الاصطلاح على ثبات سرعة الضوء ليس خطأ علمياً كما يظن البعض. لأن هذه المسألة مسألة اصطلاح. ونحن نعرف أصلاً أن المكان- الزمان، حسب الإطار الحالي للنظرية النسبية، يتشوه بالقرب من الكتل الهائلة، فقياسات الأطوال والأزمنة بالتالي ستضطرب.

بقي مع ذلك سؤال أخير. فنحن لدينا حتى اللحظة الراهنة، مراجع أولية لقياس الأطوال، وهي معرَّفة تماماً وسهلة التناول. فكيف سيكون الآن المعيار الأساسي لقياس الطول؟

هذا حتماً سؤال يشغل البال. إلا أن فكرة معيار يتخذ أساساً هي، في خلاصة الأمر، فكرة ربما لم تكن واضحة جداً في أذهان الجميع. وهي على كل حال مشوهة بسبب وجود المعايير الأولية لبعض الوقت. وما عنيته بوجه خاص من هذه المعايير، هو الكيلو غرام والمتر، فقد عرفا خلال فترة طويلة اعتماداً على نموذجين من البلاتين. وسيظل هذا القول صحيحاً دائماً على الكيلو غرام. ففي الزمن الذي كان فيه المتر هو مسطرة البلاتين، كانت عبارة المعيار الأول الأساسي واضحة تماماً، إنها تعني مسطرة البلاتين. فقد كانت شيئاً فريداً في نوعه، وثمينة جداً، لا لأنه من البلاتين وحسب، بل لأننا إذا فقدناه، فقدنا معه المرجع الأول لقياس الطول. ونتيجة لذلك حفظ هذا الشيء في صندوق له ثلاثة مفاتيح هي في حوزة ثلاثة أشخاص مختلفين. ولذا، كان الدخول إلى هذا المعيار يتم بمراسم معقدة جداً، وهذا النوع من التقديس للمعيار الأول الأساسي، ترك كما أظن، أثره على فكرة المعيار الأول. فعامة الناس تظن أن المعيار الأول هو شيء وحيد وثمين جداً، وأنه لا يجوز الاقتراب منه إلا إلى مسافة مرعية. والحقيقة لا، إن تعريف المعيار الأول، هو بكل بساطة تجسيد لتعريف الواحدة. والتعريف هو الذي يساعد على تحسين الواحدة، وذلك منذ أن نقول إن الواحدة هي هذا الشيء المحسوس أو المجرد. وعندما تكون الواحدة محسوسة، أي تكون على شكل نموذج حسي، يكون تجسيدها واضحاً. والنموذج هناك، ويجب أن نجد طريقاً إليه لكي نكون على صلة

مع المعيار الأول. أما عندما يكون تعريف الواحدة على نحو ما سيكون عليه مع هذه القيمة لسرعة الضوء،

وهو أن الواحدة هي المسافة التي يقطعها الضوء في زمن معين...

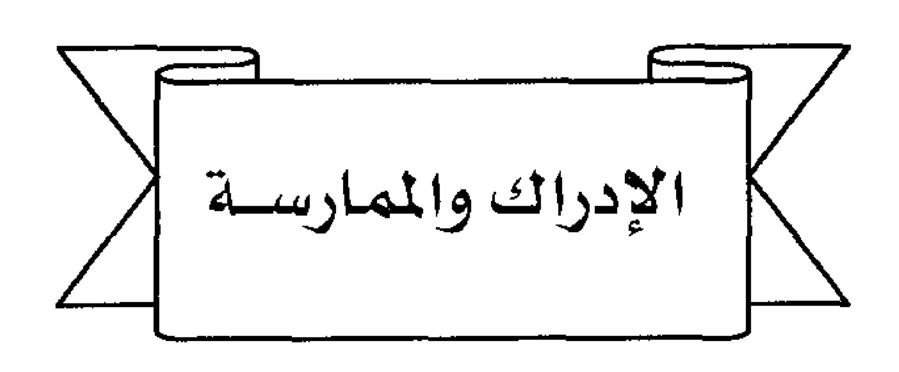
فإن الواحدة هي فكرة مجردة. وهنا قد نتساءل «ما المعيار الأول؟». وعندئذ هناك أناس سيقولون: «هذا رائع، لدينا الآن معيار أول يصلح هو نفسه معياراً للأطوال وللأزمنة، إنه ساعة السيزيوم». أما أنا فأقول لا.

أن ميقاتية السيزيوم هي معيار أول لقياسات الأزمنة. وهي أداة، أو شيء على كل حال ليس وحيداً كما هو الأمر بالنسبة لنموذج البلاتين المشوب بالإيريديوم. فلكي نحصل على ميقاتية سيزيوم، يكفي وحسب الحصول على السيزيوم. وباستطاعة الجميع أن يحصلوا عليه. كل ما في الأمر هو أن نستطيع صنع ميقاتية سيزيوم. وربما كانت هذه الصناعة صعبة تقنياً. ولكن يمكن لكل إنسان في الحقيقة، إذا ما ملك الوسائل التقنية الكافية أن يصنع المعيار الأول. وهذا ما في الأمر بالنسبة للمعيار الأول لقياس الزمن. ولكن حسب معرفتي، لم يستطع إنسان حتى الآن أن يقيس طولاً صحيحاً بساعة السيزيوم. والسبب في ذلك هو أن طول موجة إشعاع السيزيوم الذي يقرب من ٣ سم، هو أكبر بكثير من أن يستطاع الاستفادة منه للقيام بقياسات مناسبة دقيقة. وإذا أردنا أن نقيس، بطول الموجه هذا، أطوالاً بدقة بضعة أجزاء من مليار، كما هو الأمر حالياً بالنسبة للكريبتون، فعلينا أن نحصل على أطوال غير معقولة لمقياس التداخل. وهكذا لم يكن بالتالي ممكناً إجراء قياسات بأطوال الموجات هذه تكون فيه الدقة متوافرة في الوقت الراهن. فيمقاتية السيزيوم ليست إذا معياراً للطول. بل إن المعيار الأول للطول، هو، في حقيقة الأمر، الضوء قبل كل شيء. سواء على شكل نبضة مضيئة تنتشر في الفراغ، أم على شكل إشعاع وحيد اللون، ولكن يجب قياس تواتر موجته. فالمعيار الأول إذاً، هو، في الواقع، من الضوء والخلاء، لأن السرعة تعرف في الخلاء. وعلى كل حال، فإن هذا الأمر يحتاج إلى تجهيزات ستظل معقدة وثقيلة جداً لكي تساعد على قياس زمن انتقال الضوء خلال مدة معينة. أو كذلك (والأمران سيَّان) قياس طول موجة إشعاع ذي تواتر معين. ولكن هذا الشكل الجديد (المجرد) للمعيار الأول، المعقد نوعاً (بالنسبة لنموذج البلاتين)، كان موجوداً أصلاً مع مصباح الكريبتون. إذ قد نظن أن المعيار الأول حالياً هو مصباح الكريبتون. ولكن لا. إن مصباح الكريبتون لا يساعد على تجسيد وحدة الطول. لأن مصباح الكريبتون وحده، لا

يعطي سوى الإشعاع. لذلك يلزمك مقياس تداخل، ومجموعة معقدة من قياسات الطور، وأخيراً تجهيزات كاملة أيضاً. وهذا وحده يساعدك على الوصول إلى طول الموجة، وبالتالي إلى تجسيد المتر، فالتعريف الجديد من هذه الوجهة لن يحمل أي إزعاج آخر بالنسبة للتعريف الحالي.

أو بعبارة أخرى، إن كل ما ينقصنا هو أن يوافق الجميع على هذا التعريف؟

هذه هي المسألة الهامة. وعليَّ أن أكرر القول، إن مسائل القياس هي في أساسها مسائل يصطلح عليها. أي كما هو الأمر على صعيد القياسات الكهربائية في عقلنة أنظمة الواحدات. فالمسألة هنا ليست أن بعضهم على صواب وبعضهم على خطأ، بل يجب أن يتفق الجميع على أمر ليكون نافذاً. وهذه إحدى الميزات الرئيسية في النظام الدولي للواحدات، وهي أن تُجمع البلدان الآخذ عددها بالازدياد على هذا الكوكب، على عدد من المصطلحات التي هي تعاريف الواحدات.


الإدراك والممارسة

-١١-

إدراك المكان والزمان

حديث أجري مع جوزيه مورابيس[1]، أستاذ محاضر في مختبر علم النفس التجريبي، الجامعة الحرة، بروكسل.

إميل نويل: رأينا كيف تطور مفهوما المكان والزمان في الفكر الفيزيائي وحده. وقد وردت في سياق أحاديثنا السابقة عن هذين المفهومين بعض الإشارات إلى «الحس العفوي الشائع» وإلى الكيفية التي «يعيش» فيها الناس، المكان والزمان. فقد اعتمد الفكر الفيزيائي من جهته هو أيضاً، وقبل أن يصبح مجرداً، على الملاحظة المباشرة. ولكن هذه الإشارات في الأحاديث السابقة، لم تعرّفنا على الكيفية التي يتكون فيها هذان الإدراكان ويكتملان، أو على الممارسات التي يمكن يؤديا إليها. أي على العمليات الجارية في جملتنا العصبية المركزية والإجراءات التجريبية الحسية التي تبلغ حداً من الرهافة والدقة يؤدي في النهاية إلى أرقى مستويات الإبداع الفني. لذلك كان علينا أن نتوجه في هذا الميدان إلى العلوم الإنسانية التي لديها ما تقوله عن هذه المواضيع. فقضية الإدراك هي من الشؤون التي يهتم بها علم النفس وعلم النفس الفيزيولوجي، أما الممارسات فهي من اختصاص علم الجمال واللسانيات وغير ذلك من مثل هذه الأمور. ولكننا سنتوجه بالسؤال أولاً إلى عالم النفس. والسؤال الأول: هل يشكل الاهتمام بالمكان والزمان، أو بالتحديد الاهتمام بدراسة إدراك المكان والزمان، قطاعاً كبيراً من علم النفس التجريبي؟

---

(١) jose moraïs.

جوزيه مورابييس: ربما كان علي أن أقول بادئ ذي بدء، إن هذين التعبيرين: إدراك المكان وإدراك الزمان، ليسا صحيحين كل الصحة. لأننا لا ندرك المكان ولا ندرك الزمان، وإنما ندرك حوادث لها مدة معينة وتتعاقب في ترتيب معين، كما لا ندرك المكان، وإنما ندرك أشياء لها امتداد معين، وتقوم بينها (أو بينها وبيننا) ارتباطات معينة من حيث الوضع والتوجيه. أما المكان والزمان فهما كيفيتان عامتان لسائر إدراكاتنا. إذ إن فعالية الإدراك ذاتها هي فعالية تتم في المكان والزمان. ولكن، بعد أن قلت ما يجب أن يُنوه عنه، اعتقد أنه لدواعي السهولة، وبحكم تقليد شائع إلى حد ما، من الممكن أن نثابر على قولنا: إدراك المكان وإدراك الزمان.

خلاصة القول، إن المقاربة الحقيقية في هذا الموضوع هي أشمل من ذلك. ولكننا انسقنا إلى إدراجها في دراسة سلسلة طويلة من سيرورات الاستقبال والإدراك. وعلى الرغم من كل شيء، هل المكان والزمان قائمان على أنها مقولتان[1] من نوع خاص أم لا؟

أعتقد أن علينا هنا أيضاً إظهار بعض الفروق الدقيقة في التعبير. إن إدراك المكان وإدراك والزمان كانا ينحوان تقليدياً إلى تشكيل فصول تتحدد هويتها إلى حد ما بموضوعها في مجال علم النفس التجريبي. ولا أظن أن هذه الحالة دائمة، لأن النظر إلى علم النفس على أنه علم الحقيقة الخارجية، أخذ يضعف شيئاً فشيئاً، وبالمقابل بدأت تزداد النظرة إليه شيئاً فشيئاً على أنه علم الحياة العقلية. وهكذا أخذت تضعف بالتدريج تلك النزعة التقليدية إلى تحديد فصول علم النفس أو مواضيعه بعبارات هذا الجانب أو ذاك من جوانبه الحقيقة الخارجية، بينما أخذت تزداد النزعة إلى تحديدها بعبارات تنم عن طبيعة العمليات العقلية التي تسمح بمعالجة المعلومات دون حكم مسبق على حقيقة هذه المعلومات، أهي معلومات مكانية أم معلومات زمانية. وأعتقد أن هذا التغيير يشكل تقدماً بحيث أننا، ربما، بدأنا الآن نعرف أو نكاد نعرف أشياء هامة حول مختلف الطرق التي يعالج فيها النظام العقلي المعلومات المكانية والزمانية ويمثلها.

إذا كنت أفهم ما تقول: فنحن، في الوقت الراهن، لم نعد نُعنى بالتعرض للمكان والزمان تحديداً، بل إن عنايتنا تتوجه أكثر ما تتوجه إلى العمليات

---

(١) كلمة مقولة هنا مستعملة بمعناها الأرسطي، وهي التي تعني كل صنف من الأصناف الأكثر عمومية والذي يندرج فيه كل الأشياء التي يتناولها الفكر.

العقلية. وإذا كان الأمر كذلك فليس أمامنا سوى واحد من خيارين، فإما أن نعود إلى الاستبطان، وإما أن نستعمل تقنيات تساعد على النفاذ إلى «العلبة السوداء» (الدماغ).

هذه ليست عودة إلى الاستبطان، كما أن النظر إلى علم النفس على أنه علم الحياة العقلية ليس أمراً جديداً. فهذا الرأي كان فيما مضى رأي وليم جيمس مثلاً. ووليم جيمس هو مؤسس علم النفس التجريبي الأميركي. ولكن مرت فترة طويلة «سادت» فيها المدرسة السلوكية، وأهمل فيها وجود العمليات العقلية. ونعتقد حالياً أننا بدأنا نتمكن من الحصول على وسائل تجريبية للبحث فيما دعوته «العلبة السوداء». وفيما يتعلق الآن بهذه الجوانب للمكان والزمان، أود أن أعود إلى الطريقة التي عولجت بحسبها هذه المسائل تقليدياً، أو لنقل منذ خمسين أو ستين عاما، أو بشكل أصح إلى نمط المسائل التي طرحت في ذلك الحين.

هل عولجت هذه المسائل معاً أم بشكل منفصل؟

هناك تقاليد منفصلة تماماً للعمل، وكذلك طرق مختلفة نوعاً ما. وأود أن أعدد بعضاً من هذه المسائل، ثم أعطي بعض الأمثلة عن أعمال أحدث عهداً أنجزت في إطار علم النفس الاستعرافي، وهي تتعلق باستكشاف العمليات العقلية.

لنتحدث مثلاً عن الزمان.

فيما يتعلق بإدراك الزمان، كانت إحدى المسائل التقليدية هي مسألة الحاضر الموعي[1]، أو مسألة الحاضر البسيكولوجي، التي كان قد صاغها سابقاً وليم جيمس عام ١٨٩٠ بسؤاله: ما هو هذا الحاضر الموعي؟ إنه الفترة الزمنية التي نختبر فيها وقفة الحوادث وكأنها ماثلة كلها في آن واحد أمام تحليلنا الإدراكي أو المعرفي. وقد عولجت هذه المسألة، مسألة الحاضر الموعي، حتى عهد قريب، معالجة هي بشكل أساسي ظاهروية، وهي بالتالي وصفية من أساسها. ولكن ليست هذه هي الطريقة الوحيدة التي عولجت فيها مسألة الزمان في الماضي، بل وجدت كذلك طريقة طويلة، نفسية بدنية، لبحث إدراك الفترة، وإدراك التعاقب. وقد فحص أكثر ما فحص عدد من المتحولات، منها مثلاً المتحولات التي يمكن أن تؤثر في تقدير الفترات، أو في استعادة تكوينها. فوجد مثلاً أن التحريض السمعي

---

(١) الحاضر الموعي (أو الحاضر الواعي، حيث الواعي تعود عندئذ للشخص) وهي ترجمة لـ Le present conscient

يبدو أطول من التحريض البصري. كما وجد أن التحريض الأشد يُدرك على أنه الأطول. وكذلك نجد لدى الفترات القصيرة ميلاً لأن يبالغ في تقديرها، بينما الفترات الطويلة جداً تقدر بأقل بما هي. وفيما يتعلق بتعاقب الحوادث أنجز عمل حقيقي في إطار، أو بأسلوب، علم نفس بدني يقوم على تعيين العتبات: عتبة اندماج الحوادث، وعتبة توافق الحوادث، وعتبة المجالات الزمنية الكافية للكشف عن ترتيب تحريضين. وقد أنجز هذا العمل بطريقة دقيقة ورصينة، أخذت بكل جوانب المسألة دون استثناء، وفي كل مرة بكيفية واحدة وبكيفيات مختلفة.

وهل أنجز كذلك بالنسبة إلى المكان عمل مماثل لهذا بقوته وإحاطته بجميع الجوانب؟

أعتقد يقيناً أنه كان محيطاً بكل الجوانب. وقد وُجد أساساً، فيما يتعلق بإدراك المكان، موضوعان كبيران للدراسة، وهما إدراك المسافة وإدراك العظَم (أو الحجم). وربما كان إدراك المسافة هو الجانب الذي شغل اهتمام الباحثين أكثر من غيره. وهنا في هذا المجال كانت المشكلة الأساسية تحديد المؤشرات المستخدمة بهدف الحصول على معلومات عن المسافة. وقد حاولوا تصنيف جميع المؤشرات التي يمكن أن تحمل أي معلومة. فوجدت المؤشرات الساكنة التي يمكن أن ترى بعين واحدة، والمؤشرات المتحركة التي يمكن أن ترى بعين واحدة، وأخيراً المؤشرات التي يمكن أن ترى بالعينين. وسأعطيك بسرعة بعض الأمثلة عن كل منها. فمن المؤشرات الساكنة التي يمكن أن ترى بعين واحدة، ركّزوا على تقدير ألفة العظَم (قدر الشيء/ كبره)، أي وجود أشياء مألوفة ومعروفة الحجم في ساحة الرؤية، مما يساعد على تقدير المسافة التي توجد عندها، كما يساعد على تحديد وضع الأشياء المجهولة من حيث قربها وبعدها. وهناك الظلال، إذ إن توزع الظلال على سطح ما يمكن أن يقدم معلومات عن شكل هذا السطح. وهناك أيضاً التوسط، أي وجود أشياء تحجب جزئياً أشياء أخرى. وهذا يعني أن الأشياء الأقرب تحجب عامة الأشياء الأبعد. وهناك المنظور الهندسي الذي درس بعناية شديدة. وبمناسبة هذا المنظور الهندسي، أود أن أورد ذكر عالم النفس الأميركي جيمس جيبسون، الذي لفت الأنظار إلى حقيقة غالباً ما كان هناك ميل لتجاهلها في المخابر، وهي أننا في نهاية الأمر نعيش في عالم من السطوح، (أي أن ما نراه من الأشياء هو سطوحها (وهنا يوجد منظور بيئي إلى حد ما)، كما أن للمسافة تأثيرها في صورة نسيج السطوح (أو منحنياتها) على الشبكية. وكل سطح ليس عمودياً على خط

النظر ستبدي صورته تدرجاً في النسيج (تتقارب منحنياته أو تتباعد). إذ ثمة تكيف في النسيج يسير وفق نظام معين يساعد على تحديد الانحناء وشكل السطح. وتدرجات النسيج هذه تؤلف إطار استناد (أو مرجعاً) سيكون مشكلاً من الأرض والجدران. والمسافة المدركة للأشياء تتوقف على الموضع الذي ستكون فيه هذه الأشياء على صلة مع هذه السطوح (تمسها أو لا تمسها الخ)، ويدخل ذلك كله في إطار المؤشرات الساكنة المتعلقة بالعين الواحدة. وهناك أيضاً المؤشرات المتحركة المتعلقة بالعين الواحدة. وأورد لك مثالاً على ذلك زاوية اختلاف النظر إلى الحركة[1]. بمعنى أن الأشياء تنتقل في حقل الرؤية بسرعة زاويّة تتوقف على المسافة. وهناك أخيراً المؤشرات المتعلقة بالعينين التي تنجم عن حقيقة أن العينين تلتقطان صورتين مختلفتين اختلافاً طفيفاً. وهذه هي الحقيقة المسماة «تباين النظر بين العينين disrparit » وقد رافق هذا العمل الذي استهدف تعرف مؤشرات المسافة، دراسة لقوانين تركيب المؤشرات. ومن محاولاتهم الهامة في هذا الشأن، قيامهم بتجارب كانوا يحدثون فيها تعارضاً بين المؤشرات لكي يروا، أبينها ماله الغلبة والأهمية بالنسبة للمؤشرات الأخرى. ويرتبط هذا النوع من العمل بإدراك المسافة. أما فيما يتعلق بإدراك عِظَم الشيء، فهناك مسألة مركزية تنشأ عن حقيقة أن عِظَمَ صورة شيء على الشبكية يتغير مع تغير بعده عنا. فكلما بعد الشيء أصبحت صورته أصغر. ولكن على الرغم من هذا التغير، نظل قادرين على تقدير عِظَمه الموضوعي. فثمة إذاً ظاهرة هنا، هي ظاهرة ثبات العِظَم التي تتجلى أكثر ما تتجلى في بعض الأوهام المكانية، كوهم القمر المشهور [2]. هذه تقريباً أعظم المسائل المتعلقة بإدراك المسافة والعِظَم، حيث اكتفيت بإيراد مثال أو مثالين من هنا وهناك.

ولكنك لم تذكر سوى أمثلة تتعلق بالإدراك البصري.

نعم. وفيما يتعلق بعمليات تحديد الوضع، هناك أيضاً دراسات أجريت على تحديد وضع المتابعة الصوتية وقد توصلت هذه الدراسات إلى نتائج واضحة جداً، وأدت

---

(١) أي الزاوية بين خطي النظر إلى الشيء وهو في وضعين مختلفين بعد حركته، وسرعة تغير هذه الزاوية تصغر كلما أبتعد الشيء. فالمتحرك البعيد تبدو سرعتة الزاويَّة أصغر من القريب إذا سار بسرعة خطية واحدة.

(٢) لقد درس الحسن بن الهيثم أوهام النظر ومنها وهم القمر، وكان مجلياً في هذا الباب، ومنه أخذت تعبير العِظَم أي كبر الشيء أو حجمه وهي ترجمة للكلمة الفرنسية taille.

بوجه خاص إلى معرفة أهمية الفروق في الزمن والشدة بين التحريضات المؤثرة في الأذنين. وقد أمكن بذلك، كما نعلم، خلق انطباع بتوزع الأصوات على الأماكن setereophonique. وهناك أيضاً زاوية الاختلاف السمعي[1]. المماثلة لزاوية اختلاف النظر في حالة الحركة التي تحدثت عنها منذ قليل، وهي أن بإمكاننا تحريك الرأس والتوجه بالتالي بطريقة مناسبة لمصدر الصوت. واعتقد أن العمل الذي أنجز في هذا المجال كان حقاً عملاً هاماً. ثم لديك أخيراً، إذا أردت المضي إلى مستوٍ أعمق وأكثر مركزية، مسألة التنسيق بين المعطيات المكانية. وهذه المسألة تأتي من حقيقة أننا نستطيع الحصول على معلومات مكانية عبر طرق حسية مختلفة، وذلك بالنسبة إلى الأشياء نفسها والحوادث عينها. والمشكلة هنا هي أن نعرف كيف تندمج هذه المعلومات القادمة عن طريق حواس مختلفة، وكيف تتكامل في تصور مترابط للمكان الذي يكتنف الأشياء كلها.

إن جملة ما استعرضته لنا الآن، يرجع، حسب قولك أنت، إلى المقاربة التقليدية. وهذا يعني ضمناً أن هناك في أيامنا هذه مقاربة مختلفة.

نعم، هذا صحيح، ولكن ذلك لا يعني الابتعاد كلياً عن نمط المسائل التي حدثتك عنها. وكل ما في الأمر أنهم بدؤوا يركزون في الأبحاث المعاصرة، اهتماماً متزايداً على فعالية الشخص الداخلية وعلى نمط العمليات العقلية التي يستخدمها. والاهتمام بهذه العمليات، ليس غرضه فحسب البحث في خواص أو في معلومات زمانية أو مكانية يسهل تعريفها فيزيائياً (أي معلومات بسيطة في عرف الفيزيائي)، بل غرضه البحث في نماذج أو بنى معقَّدة نسبياً. وقد يكون مهماً في هذا المجال إعطاء بعض الأمثلة التوضيحية، أولاً فيما يتعلق ببحث البنى الزمنية، ثم فيما يتعلق ببحث البنى المكانية. لنأخذ بحث البنى الزمنية. لديك مثلاً عمل غارنر Garner ومعاونيه في الستينات. فقد درسوا أساساً كيف ينظم الشخص الموضوع تحت التجربة، أو المستمع عامة، بنى إيقاعية. وذلك بأن أخذوا تتاليات ثنائية. حيث لديك صوتان فحسب، ولكنهما يُقدَّمان دائماً في المجال الزمني نفسه، وفي تتالٍ يعد عملياً غير متقطع. إن هذه الإيقاعات تؤلف أشكالاً متفاوتة العدد من الأصوات، سبعة أشكال أو ثمانية تتكرر. ومهمة الشخص أن يعين الشكل الذي

---

(١) زاوية اختلاف النظر (أو السمع) هي في الأصل الزاوية بين شعاعين صادرين عن منبع الضوء (أو الصوت) إلى العينين (أو الأذنين)، وفي حالة الأذنين يولّد الاختلاف بين ضلعي الزاوية اختلافاً في وقع الصوت بين أذن وأخرى.

يتكرر. وحسب الظاهر، توجد مبادئ للتنظيم[1] يمكن استخلاصها من هذا النوع من معالجة الإعلام. وأولها يقوم على اختيار الشخص لواحد من نمطي الأصوات أو من الحوادث الصوتية على أنه هو الذي يشكل الخلفية، والثاني يؤلف الوجه (الصوت الأساسي). والآن، بعد وضع علاقة وجه/ خلفية، سيكون إدراك الشكل المستقر، أو الشكل المتكرر، مبنياً على قاعدتين بنيويتين. إحدى هاتين القاعدتين، أن النهاية المفضلة للشخص الموضوع تحت التجربة لدورة ما، هي التتالي الأطول من عناصر الخلفية. والقاعدة الثانية أن التتالي الأطول من العنصر الذي يؤلف الوجه، يفضل وضعه في بداية الشكل. وهاتان القاعدتان هما اللتان تستخدمان في الحقيقة قوانين الجيشتالت القديمة، التي تسمى قانون التشابه وقانون التقارب. وتلك هي الخطة العامة للتجربة. ولكن قد يحدث بأن يأخذ المحرض نمطاً يختل فيه الوفاق بين القاعدتين القانونين. ففي هذه الحالة سنشاهد عند الشخص موضع التجربة، سلوكاً يشير إلى تنظيمه للبنية الإيقاعية غير مستقر. بمعنى أنه سيختار لتتالي الحوادث نفسه تنظيمات تختلف من محاولة إلى أخرى. وهذا مثال عن النشاط الداخلي وعن محاولة الشخص في إيجاد بنية. وإليك مثالاً آخر هو تجزيء سلسلة الأصوات إلى صوتين، أو حتى إلى عدد من الأشكال الجزئية أو التيارات الجزئية السمعية. وهذه ظاهرة درسها برغمان في تاريخ أحدث عهداً، وبالتحديد في السبعينات. في هذه التجربة يعرض على المستمع سلسلة من الأصوات، مثلاً ثلاثة أصوات حادة وثلاثة أصوات منخفضة (عريضة) ولكن كلها مختلفة (لا يوجد صوت مثل الآخر تماماً). فلديك مثلاً حاد- عريض- حاد- عريض- حاد- عريض. أو لديك حاد- حاد- حاد- عريض- عريض- عريض- حاد- عريض، وتعرض كلها في المجالات الزمنية نفسها. تدل التجربة على أن الأشخاص الخاضعين لها، يمكنهم تعيين الترتيب بين أنواع الحادة الثلاثة، أو الترتيب بين أنواع العريضة الثلاثة، ولكنهم لا يستطيعون إعادة تكوين التتالي بالشكل الذي عرض على مسامعهم. بمعنى أنهم يؤكدون أن فئتي الأصوات: فئة الأصوات العريضة من جهة، فئة الأصوات الحادة من جهة أخرى، عرضت عليهم كلها في وقت واحد. فلديك هنا ظاهرة انشطار في المحرض السمعي التعاقبي. وهي ظاهرة تحدث كذلك حتماً في حياتنا اليومية. مثلاً، عندما نرهف سمعنا إلى

(١) عند الشخص الموضوع تحت التجربة.

سلسلة من الأصوات، بينما نعي وعياً مبهماً الضجة المحيطة بنا التي تأتينا من أصوات أخرى.

في الحالين، يوجد تمييز أو محاباة: بمعنى أن الشخص موضوع التجربة يختار طريقته في السمع.

نعم، هذا صحيح. يتجلى في الحالين ظهور كيفيات البناء المفضلة عند الشخص. إذ أنه يضع ترتيباً أو نظاماً في الإعلام الذي عرض عليه، ويفضّل جانباً من المحرض على حساب الآخر.

الحقيقة، عندما نسمع حلقة صوتية مؤلفة من عنصرين، نسمعها بالتناوب في تتالٍ أو في آخر، ونبنيهما في نظام أو في آخر. وهذا يذكرني بتلك المكعبات التي نرسمها على ورقة بجميع أحرفها الظاهرة، فتراها تارة فوق الورقة وتارة تحتها، دون أن نكون قادرين على التحكم نهائياً بالصورة. فهل الظاهرة النسبية للمكان تجري على هذا النحو؟

إنه أيضاً مماثل نوعاً ما لهذا. ولكنني أعتقد، فيما يتعلق بالمكان، أن من الأفضل الحديث عن نمط خاص من التحويل المكاني. إذ ثمة تحويلات مكانية يجب أن ينتبه إليها الشخص، فهناك الاتساع والبناء المنتظمان اللذان يقترنان نموذجياً باقتراب الشيء أو ابتعاده. وهناك الانسحابات والانعكاسات والدورانات في الشيء الذي ندرسه. بل ثمة أيضاً معالجات أعقد، كتركيب الشيء وتجزئته. وعلى هذا، لا يمكن للشخص، أو ليس عليه فحسب، أن يلاحظ هذه التحويلات المطبقة على شيء بالذات، بل يجب أن يكون قادراً على تصور نتائج هذه التحويلات عقلياً فيما لو أجريت. فعلينا أن نفترض إذاً وجود تصورات داخلية (في الذهن) للشيء ووجود تصورات يجب أن تحول عقلياً. وإحدى المسائل التي يهتم بها عدد من العلماء حالياً، هي معرفة هذه التصورات، أهي نتيجة تحليل للمحرضات البصرية في لائحة السمات، وفي نوع الوصف الكلامي، أو بأي بنية جملية أخرى، أم أن هذه التصورات هي نتيجة عملية تشكيل داخلية لنوع من النموذج أكثر كلية holistique، مشاكلة للمحرضات الحسية الموافقة (أي لها شكلها نفسه) وبالتالي لشيء، نميل إلى تسميته عادة بالصورة العقلية. وهذا التمييز بين المعالجة المنفصلة، المتأنية، التحليلية، للبنى الرمزية من جهة، وبين النمذجة (أو القولبة) القياسية الكلية للبنى التي سيكون من شأنها أن تصبح أكثر اتصالاً واستمراراً من جهة أخرى، هذا التمييز حالياً هو في بؤرة المناقشات النظرية في البسيكولوجية الاستعرافية.

والمشكلة هي أن نعرف كيف سنعالج هذه المسألة. وكانت إحدى الطرق التجريبية التي يمكن أن تساعد على إظهار بعض الأفكار حول هذا الموضوع تقوم على محاولة تحديد المراحل التي تمر عبرها العملية التحويلية (وبالتالي ما يجري بشأن تصورنا الداخلي)، أهي في وضع تقابل واحد لواحد مع المراحل التي يمر عبرها الشيء في أثناء خضوعه لعملية تحويل حسي، أم أنها غير ذلك. وإليك نوع الخطوات التي اتبعها شيبار ومتزلر عام ١٩٧٠ في هذا الشأن. قدّما رسمين منظورين لأشياء ثلاثية الأبعاد (مجسمة). وكانت مهمة الشخص موضوع التجربة، تتلخص في أن يقول، وبأقصى سرعة ممكنة، ألهذين الرسمين الشكل نفسه أم لا، وذلك بغض النظر عن الجهة التي رسم منها كل منهما (وقد يمثل الشكل الشيء ذاته ولكن من زاوية مختلفة). وبعد، فقد بيّنا في هذا النوع من التجارب أن متوسط الزمن اللازم لتحديد الرسمين، أهما يماثلان الشيء ذاته أم لا، يزداد خطياً مع الفرق الزاوي بين توجيهي الشيئين المرسومين. وهناك تجربة أخرى قام بها كوبر وشيبارد. عرض على الشخص أول الأمر شكل ما، ثم سهم يشير إلى اتجاه معين، وكان دور هذا السهم هو أن يشير إلى الاتجاه الذي سيعرض وفقه بعد فترة من الزمن الشكل نفسه أو شكل آخر[1]. ومهمة الشخص هي دائماً أن يقول: أهذان الرسمان هما للشيء نفسه، أم لشيئين مختلفين. ولكن الشيء الذي يمكن تكييفه في هذه التجربة هو الفترة الزمنية بين عرض مؤشر الاتجاه (السهم) وبين تقديم الشكل الرائز (أي الشكل الثاني). وقد غيرت هذه الفترة بين ١٠٠ ميليثانية ثانية. والذي لوحظ أن زمن رد الفعل عند إعطاء فرصة قدرها ثانية كاملة، يكون سريعاً وثابتاً بالنِّسبة لمختلف الفروق الزاوية. بمعنى أن الزمن المعطى كان كافياً للشخص لكي يتمم الدوران الفعلي التحضيري (الذي دل عليه السهم). ولكن إذا انقضت الفترة فإن زمن رد الفعل يأخذ بالتزايد كلما زاد الفرق بين زاويتي توجيه الشكلين. والنتيجة، أو لنقل الدرس الذي نأخذه من هذه التجربة هو أن من الممكن، على ما يبدو، القيام بعملية الدوران عقلياً. وسيرورة هذا الدوران العقلي، هي سيرورة تحتاج لبعض الوقت، وهي كسيرورة الدوران الفيزيائي تمر بمراحل متوسطة[2].

---

(١) في الرسم الأول سيبدو الجسم مصوراً من جهة، وفي الثانية سيبدو الجسم مصوراً بعد أن يكون قد دار بزاوية ميل والسهم يشير إلى الجهة التي سيدار فيها.

(٢) وهناك تجربة أخرى لكوبراو وبودغورني Cooperet Podgurny (١٩٧٦) بينت أن تعقيد الشكل ليس له تأثير في سرعة الدوران العقلي، ولا في سرعة التمييز، طالما أن ←

هل يتم هذا النوع من الإجراء في حالة الحركات الدورانية فحسب؟

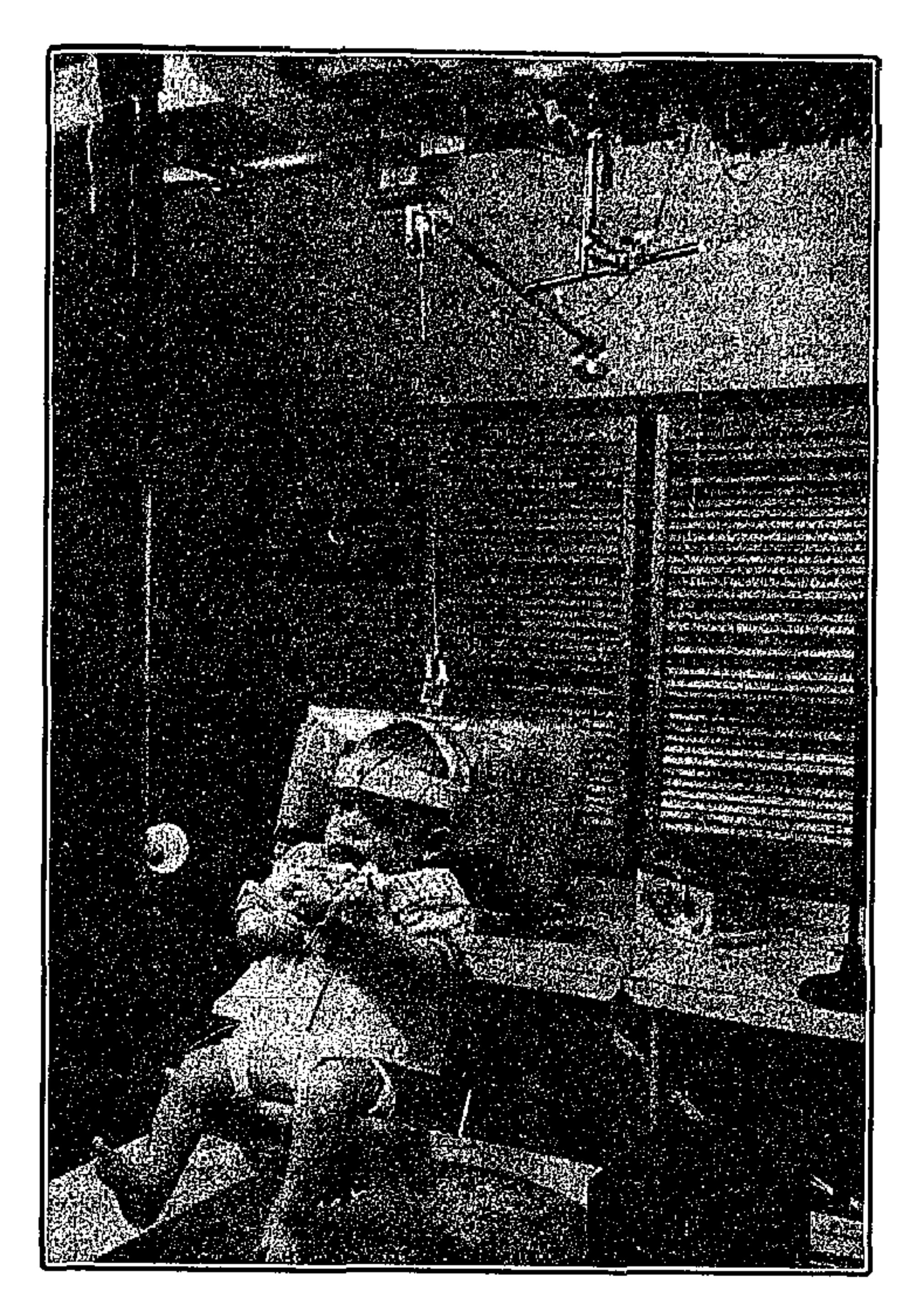
كلا، بل ينطبق أيضاً على تحويلات أخرى كعظَم الشيء مثلاً، وقد اقترح كوسلين Kosslyn منذ عهد قريب جداً، نموذجاً تجريبياً من نمط آخر. فقد طلب إلى أشخاص (وُضعوا تحت التجربة) أن يتصوروا حيواناً، ثم أن يذكروا نوعه كلامياً، وليكن قطّاً مثلاً، وأن يحكموا بالسرعة الممكنة على خاصة معينة، ولتكن أذناً مثلاً، أهي مناسبة لهذا الحيوان أم لا. وكان كوسلين يلعب لعبة العِظَم النسبي للحيوان المُتخيَل، بأن يطلب إلى الشخص أن يتصور الحيوان في واحدة من أربع قامات محددة. والذي حدث، هو أن الزمن اللازم لتحديد الخاصة أهي مناسبة أم لا، كان ينقص عندما يصبح الحيوان المُتخيَل أكبر قامة. فكشف الخواص المتضمنة في الصور العقلية الصغيرة نسبياً، يتطلب إذاً، ظاهرياً، عملية توسيع عقلية أو عملية تقريب وتبعيد (zoom) حول المنطقة الحرجة للحيوان المُتخيَل. فنحن (إذا قمنا الآن باستخلاص نتائج أعمال شيبارد وكوبر وكوسلين) نرى أننا في هذه التجارب،أمام صنف من الإجراءات العقلية التي تبدو مختلفة جداً عن صنف الإجراءات اللغوية الرمزية التي كانت موضع الاهتمام في علم النفس الاستعرافي.

نخلص من كل ما سبق إلى أن الدماغ ينفذ هذه الإجراءات العقلية خير تنفيذ، فقد تحدثتَ عن أشياء تُدار عقلياً، وتحدثتَ أيضاً عن تصور الاقتراب من صورة معينة والابتعاد عنها. ولكن للدماغ نصفان، ومن المسلم به الآن عامة أن هذين النصفين متخصصان بفعاليات معينة. وعلى هذا، يمكن لهذه الإجراءات الفعلية أن تتم في النصف الأيسر أو الأيمن حسبما تكون إجراءات في الزمان أو في المكان.

فعلاً. أعتقد أن علينا الآن التحدث عن الدماغ وعن تخصص كل نصف فيه. فمنذ زمن طويل نعلم أن نصفي الدماغ يتدخل كل منها في الوظائف الدماغية بطريقة مختلفة عن الآخر. وهذه ظاهرة وإن لم تكن معروفة حق المعرفة، إلا أنها مطروقة جداً في الوقت الراهن، وخلال السبعينات، نبتت فكرة مفادها أن النصف الأيسر

← الدوران قد أنجز. ولو أن التصور الداخلي للأشياء المرئية كان قائماً على حدود بينة جُمَليَّة (أي تحليلي يعتمد عناصر الشكل وارتباطاتها) لتوقعنا تأثيراً كهذا. فالنتيجة التي حصلوا عليها توحي إذاً بأن التصورات الداخلية الخلفية التي توجه سيرورة الدوران العقلي، هي من النمط المحاكي (أي مماثلة للدوران الفيزيائي)، وهي تتحول كلياً أو جملة واحدة (لا تفصيلاً). «المحدث».

متخصص في تحليل الحوادث تحليلاً زمنياً تسلسلياً، وأن النصف الأيمن متخصص في معالجة المعطيات المكانية. والحقيقة، هناك عدد لا بأس به من الملاحظات والنتائج التجريبية المرتبطة بهذه الفكرة والمؤيدة لها. من ذلك مثلاً أن هناك معطيات تبين أن تعيين توافقت محرضين، يتم في النصف الأيسر من الدماغ. وهناك معطيات أخرى تبين أن تمثيل الزمن في النصف الأيسر هو الأكثر دقة. وهناك أخيراً معطيات تبين أن تعرف النماذج الزمنية المنظمة إيقاعياً يتم تحقيقه بشكل أفضل في النصف الأيسر. ويعرف من جهة أخرى أن التوجيه الطبغرافي والمهارة في تكوين علاقات مكانية يضطربان عند حدوث آفات في النصف الأيمن أكثر مما يضطربان عند حدوث آفات في النصف الأيسر. ومن المعلوم كذلك، أن تعرَف توجيه الخطوط يتم بشكل أفضل في النصف الأيمن سواء أكان التعرُّف عن طريق اللمس أم عن طرق النظر. حتى أن فرانكو وسبيري Franco et Sperry كشفا منذ سنوات، وعند أشخاص مصابين بالانشطار الدماغي، عن أن النصف الأيمن متفوق في استخدام المفاهيم الهندسية، وإن هذا التفوق يصبح أكثر كلما كانت المفاهيم أكثر تعقيداً، وهو كذلك بالنسبة للهندسة الطوبولوجية أكثر مما هو بالنسبة للهندسة الإقليدية. وهذا كله صحيح، إلا أني لا أعتقد أن التمييز بين نصفي الدماغ بعبارات من قبيل النصف الزماني والنصف المكاني، هي أفضل التسميات والسمات الممكنة. بل سأعطيك أمثلة تميل بنا إلى الاتجاه المعاكس لهذه الفرضية. من ذلك، أنه لمعالجة محرضات تتغير على مر الزمن، كالألحان مثلاً، قد يكون لدى الشخص تفوق في النصف الأيمن. والحالات التي لوحظ فيها أن النصف الأيمن ليس متفوقاً في معالجة المعلومات المكانية، ليست نادرة. من ذلك مثلاً تعرف الأشكال البصرية. حتى لقد لوحظ في بعض الحالات تفوق في النصف الأيسر. وأعتقد أنه ربما كان هناك تمييز آخر، أو تسمية أخرى يمكن أن نقترحها، وهي أنسب للمعطيات المتوافرة حالياً. وأنا أقترح بديلاً هو التسمية بعبارات تدل على السيرورة التحليلية /باتجاه/ السيرورة الشمولية الكلية الإحاطية، أو التمييز بين النصفين بعبارات التصورات العقلية الرمزية أو المنفصلة /باتجاه/ التصورات المحاكية (المماثلة) أو المستمرة. ولن أحاول هنا دعم وجهة نظري، ولكن ما أود قوله، هو أنني حتى لو اقترحت هذا التمييز الجديد، إلا أن من الواضح، أن ثمة سيرورات، مثل السيرورات ذات النمط التحليلي التي غالباً ما تكون هي الأنسب لمعالجة المعلومات الزمنية من السيرورات الأخرى، فهذه يغلب عليها طابع التحاكي (المماثلي) الكلي الذي غالباً ما يناسب بشكل أفضل معالجة المعلومات المكانية.



يمكن إجراء تجارب تهدف إلى معرفة إن كان لدى الطفل شعور متكامل بالمكان جاهز لديه من ولادته، أم لا.

-١٢-

نمو فكرتي المكان والزمان

حديث اجري مع جيزو اليغريا Jesus Alegria، أستاذ محاضر في مخبر علم النفس التجريبي، الجامعة الحرة في بروكسل

إميل نويل: يتضح من طريقة تعرضنا لإدراك المكان والزمان في الحديث السابق، أن الإدراك المعني كان إدراك الإنسان البالغ. ولكنّ ثمة أسباب وجيهة تدعونا إلى الظن بأن هذا الإدراك ليس مباشراً فورياً، بل يمر بمرحلة اكتساب ونمو. وقد شُغلت الفلسفة منذ أمد طويل بأصول هاتين الفكرتين ومنشئهما. كما أن علم النفس التكويني، يدرس من جهته نمو هذين المفهومين. إني أفهم من ذلك أن معالجته للموضوع أميل لأن تكون تكوينية على نطاق الفرد، فهل هذا صحيح؟

جيزو أليغريا: الحقيقة، لكي أجيبك عن سؤالك، عليَّ أن أقول بكل بساطة إن تساؤل علم النفس التكويني هو نفسه تساؤل الفلاسفة. فهؤلاء هم الذين طرحوا المشكلة. بل وطرحوها منذ أمد بعيد جداً. وكل ما في الأمر، أن مشكلة علم النفس التكويني تنحصر في إيجاد صيغ يمكن أن تخضع للتحقق على الصعيد الاختباري التجريبي. فعليه أن يتخلى عن مجال التأمل البحت، ليصل عن طريق التأملات إلى استخلاص فرضيات يمكن تحقق صحتها واختبارها. ولدينا مثال يتميز بالوضوح، وهو المثال الذي قدمه بركلي. وبركلي هذا فيلسوف من القرن الثامن عشر كان قد عرض، وبأسلوب واضح كل الوضوح، تصوراً لتطور فكرة المكان يمكن تحققه تجريبياً .فالطفل في رأيه، أو الرضيع بالأحرى، يتلمس الأشياء بحركاته العشوائية، ويستطيع علاوة على ذلك أن يراها، فالأشياء المرئية، أو بالأحرى، مسقط هذه الأشياء على الشبكية، يرتبط بالمسافة. فتتكون في ذهن الرضيع نتيجة

تفاعله مع المحيط، روابط وعلاقات بين هذه المعلومات البصرية المتعلقة بالمسافة، والمعلومات الحسية الحركية. وهكذا تسير أفكاره الأولية عن المكان نحو النمو[1].

تحدثت الآن عن ضرورة البحث الحسي التجريبي والقدرة عن اختبار الفرضيات. فهل سبق لفرضية بركلي أن اختُبِرت؟

نعم، وهي تمتاز بأنها صيغت بأسلوب مؤهل للتحقق. وثمة أعمال أصبحت الآن كلاسيكية في هذا الموضوع. وهي أعمال بدأت مع بداية الستينات، ولا سيما أعمال إليانور جيبسون. فقد أعدت هذه الباحثة تجهيزات تجريبية تساعد على اختبار فكرة بركلي[2]. وتقوم التجربة على وضع الطفل أو الحيوان (الذي اختارته من القواضم التي أجرت تجاربها عليها) فوق سطيحه، ويوجد من أحد جانبي هذه السطحية سطح على سويتها تماماً، ومن جانبها الآخر فراغ، وقد سمت هذه التجربة «الجرف البصري». وانتظرت ما الذي سيفعله الطفل أو الحيوان. فلاحظت أنه لا يغامر من جهة الفراغ. كما لاحظت أن هذا التصرف من جانب الطفل أتى قبل أن تتاح له فرصة فعلية يقيم فيها علاقة بين المعلومات البصرية المرتبطة بالمسافة وبين المعلومات الحسية الحركية[3]. لذلك ربما يقال، اعتماداً

---

(١) كانت محاكمة بركلي كالتالي: يمد الرضيع ذراعه (أو ينتقل). وهكذا يبلغ الأشياء التي يراها. فهذا النشاط (مد الذراع، الانتقال) يولد آثاراً حسية حركية تتسجل في ذاكرته. وعلاوة على ذلك، تترابط المعلومات البصرية التي تقدمها الأشياء، مع المسافة. فمثلاً، كلما كانت الأجسام أبعد، كان مسقطها على الشبكية أصغر. فاقتران المعلومات البصرية مع المعلومات الحسية الحركية سيساعد الرضيع بالتدريج على معرفة الجسم الذي يراه على أي مسافة يقع، دون حاجة إلى مد الذراع (أو الانتقال). لأن الرؤية وحدها ستكفي لكي يستعيد عنده ذكرى سعة الحركة اللازمة لبلوغ الشيء. وهكذا يكتسب الإعلام البصري (عن طريق القدرة على الحركة) مدلولاً مكانياً لم يكن الإعلام البصري يتضمنه. «المؤلف»

(٢) إ. ج. جيبسون و ر. د. ووك، «الجرف البصري» المجلة العلمية الأميركية. نيسان ١٩٦٠ (المؤلف)

(٣) يمكن الاعتراض على جيبسون بأن الأطفال الذين بلغوا سناً بدؤوا فيها بالتسلق، يكونون قد نالوا سابقاً الفرصة لإقامة تناسق بصري - حركي حتى لو اقتصر هذا التناسق على المحيط الذي يمكن بلوغه دون انتقال. ولكن هذا الاعتراض يزول إذا اعتبرنا النتائج التي حصلت عليها عن القوارض التي ربيت في الظلام حتى يوم التجربة. فهذه ←

على معطيات من هذا القبيل ، إن ثمة شيئاً جاهزاً منذ الولادة، أو طريقة لإدراك المكان لا تأتي نتيجة التفاعل مع المحيط.

ألا نستطيع إذاً أن نستنتج من هذه التجربة أن لدى الرضيع في الأصل، ومنذ ولادته، إدراكاً متكاملاً للمكان والزمان على حد سوء؟

نعم، هذه الملاحظة مناسبة تماماً. وسأبدأ للتو بالإجابة عن سؤالك بالنسبة للمكان، ثم أتعرض بعدئذ لمسألة الزمان. ففي صياغة بركلي للمسألة، التي عرضتها لك منذ هنيهة، تلاحظ إن هناك أمكنة (فضاءات) مختلفة منذ البدء: مكان بصري، مكان حسي حركي، مكان سمعي الخ. وهذه الأمكنة كلها تسير، نتيجة لصلات الفرد مع المحيط، نحو الاندماج والتكامل في مكان مشترك، أي نحو مكان نجد فيه قاسماً مشتركاً لجميع التجارب البصرية والسمعية الخ. كما أن هذه المسألة، يمكن التحقق منها على الصعيد التجريبي. إذ يمكن إجراء تجارب لمعرفة إن كان هذا المكان المتكامل جاهزاً لدى الرضيع وتحت تصرفه منذ الولادة أم لا. وقد أجريت هذه التجارب فعلاً خلال السبعينيات. ولكن قبل البدء، ثمة ملاحظة ربما كان عليَّ أن أبديها بشأن ذلك الموقف المتردد بين ما هو فطري وما هو مكتسب (الذي هو شائع جداً)، ليس فحسب عند رجل الشارع، فهذا أمر واضح، ولكنه شائع أيضاً عند علماء النفس[1]. لأن قولنا عن سلوك ما إنه جاهز منذ الولادة، لا يعني بالضرورة أن هذا السلوك لا يدين بشيء للتجربة. لأن جنين الإنسان يملك انطباعات حسية، ويتحرك في بطن أمه. فعندما يولد بالتالي، لا يكون صفحة بيضاء نقية تماماً على الصعيد الحسي. أما بشأن الإشكالية المتعلقة

الحيوانات لم تقم تنسيقاً بصرياً – حركياً من أي نوع لأنها لم تر شيئاً. و مع ذلك لم تغامر من الجهة العميقة. (المؤلف)

(١) يُفضل تجنب مقولات من قبيل فطري ومكتسب في مجال دراسة السلوك. إذ إن كل سلوك سيبدو في نهاية التحليل مرتبطاً بالوراثة وبالوسط. وإذا أردنا التأكيد أن سلوكاً ما هو فطري، أي متوقفاً حصراً على الوراثة، نصطدم عندئذ بصعوبات جادة، وجميع معايير الفطرية التي استخدمت حتى الآن، هي في حقيقة الأمر قابلة للنقد، لذلك تُفضل حالياً نماذج نحو التأثير المتبادل بين العوامل الوراثية وبين التعليم وأهميته في نمو السلوك (راجع حول هذا الموضوع ح. – ب. هيلمان «النمو التكويني للسلوك» مجلة la recherche، ٦٨، ص٥٢٠ – ٥٢٨) (المؤلف)

بالتنسيق بين المعطيات الحسية، أو التنسيق بين الاحساسات والقدرة على الحركة، فيمكن بالمقابل افتراض أن الطفل الرضيع لا يكون قد حصل بعدُ على هذا النوع من التجربة قبل الولادة، وأنه بالتالي ما زال «صفحة بيضاء». وهكذا يمكن أن نعد الولادة لحظة مميزة، وأن ننظر إلى الطفل حين نعرض عليه صوتاً، هل ستتجه هذه البنية أو تلك من بناه المتحركة: عيناه، رأسه، يداه، نحو مصدر الصوت، فإذا كان الجواب بنعم، تكون لدينا حجة هامة، تبرهن أن ثمة تكاملاً بين الحواس جاهزاً منذ الولادة، وأنه لا يمكن أن يكون نتيجة تبادل التأثير بين الطفل ومحيطة، وأن هذا التكامل يؤلف بالتالي منذ تلك اللحظة إطاراً ستسجل فيه التجربة. والأعمال حول هذا الموضوع ليست معدومة، بل ثمة عمل تاريخي قام به أميركي يدعى ويرذيمر Wertheimer [1]. فقد عرض هذا على الطفل صوتاً كان يأتيه تارة من اليمين وتارة من اليسار. وقد تبين ويرذيمر أن اتجاه حركة العينين كان في أكثر الأحيان إلى جهة الصوت لا إلى الجهة المقابلة. كما أن التجارب التي أجريت هنا في مخابرنا[2]، والتي استهدفت فيما استهدفته دراسة توجيه الرأس، برهنت ذلك. وأصغر الأطفال الذين اختبرناهم، كانوا زمرة يتراوح العمر فيها بين ٢٠

---

(١) م. ويرذيمر «الدافع النفسي لتناسق المكان السمعي مع المكان البصري منذ الولادة». مجلة science، ١٣٤، ١٩٦١، ص١٩ – ٢٢. كان المؤلف يعرض الصوت على أذن المولود اليمنى أو اليسرى وفق برنامج معد سلفاً. فلوحظت حركات العينين في ٥٠٪ من الحالات من هذه الحركات كانت متجهة نحو الصوت. راجع كذلك س. تريفاثين، وهابلي ول. سبرانج «الفعاليات الفطرية عند الرضيع»، مجلة la recherche ، ٥٦ ، ١٩٧٥، ص٤٤٧ – ٤٦١ (أنظر الصورة التي في بداية الفصل). وبوير «النمو النفسي في الطفولة الأولى بروكسل. ب. ماروانا ١٩٧٨ الفصلان ٥،٧. وذلك لإلقاء نظرة على الأعمال الدائرة حول النمو الميكر للمؤهلات ولا سيما المكانية (المؤلف).

(٢) ج. اليغريا و إ. نوارو » السلوك التوجهي نحو الصوت البشري عند المولود الجديد)، المجلة الدولية للنمو السكاني، ١، ١٩٧٨، ص٢٩١ – ٣١٢. كنا نلاحظ رضعاً أعمارهم يوم أو ٦ أيام وضعوا على مقعد مخصص. وثمة صوت مسجل كان يكرر كلمة « bebe » من يمين الرأس أو من أمامه أو من يساره. فكانت حركة رأس الرضيع بعد ظهور الصوت تتجه نحوه (٧١,٥٪ من الحالات) أكثر مما تتجه إلى الجهة المعاكسة. وقد تأكدت هذه النتيجة في تجربة تالية استهدف رضعاً أعمارهم بين ٢٠ دقيقة وبضع ساعات. فكانت نسبة الرضع الذين يديرون رأسهم نحو الصوت ٧٢,٧٪ من هذه الفئة. (المؤلف)

دقيقة وبضع ساعات. وكان توجيه الرأس يتم فعلاً وبشكل نظامي في اتجاه مصدر الصوت.

لم تحدثني حتى الآن إلا عن المكان. فهل كل ما ذكرته في هذا المجال يقال بالطريقة نفسها بالنسبة للزمان؟

اعتقد أن نعم. وإذا أمكن أن نعزو إلى الطفل الرضيع صفة معينة، أو استعداداً لما هو راجع للمكان، فيمكن أن نعزو شيئاً مماثلاً للزمان. والزمان مسألة تفترض من جهة، وجود الذاكرة، أو شيئاً يرجع إلى الماضي، ويفترض من جهة أخرى التوقع، أي شيئاً ينتسب إلى المستقبل. فتماسك التجارب المعاشة (أو ترابطها المنطقي المعقول) سيتوقف على حقيقة أن ما مضى لم ينس وأن يتوقع إلى جانبه، جزئياً على الأقل، ما سيجري فيما بعد. فالإشكالية الفلسفية هي دائماً ذاتها. لأن المشكلة هي أن نعرف هل هذا التماسك يأتي نتيجة تكرار الخبرة مراراً، خلال الأيام الأولى، أم الأشهر الأولى، أم السنوات الأولى من العمر أم أنه ماثل منذ البدء، وأن التجارب سيكون لها معنى نتيجة لوجوده. إذا بحثنا هذا الأمر أيضاً عند المولود، نلاحظ أن لديه حساسية فائقة تجاه الجوازات (الممكنات المستقبلة). فإذا «أعطيته السلطة» مثلاً، تجد أنه يمارسها. وثمة تجارب أجريت على النحو التالي: أعطي الطفل «لهاية» (مصاصه) مربوطة بجهاز كاشف للشدة ولتواتر المصات، وأعطي تبعاً لهذين الوسيطين (الشدة والتواتر) شيئاً على سبيل «المكافأة»، صوتاً مثلاً أو صورة أو شيئاً من هذا القبيل. فلوحظ أن هذا المولود يدرك وجود هذا الجواز بسرعة فائقة، مما يعني أنه يتوقع وجود علاقات زمنية بين الحوادث. فهو لذلك يباشر المص بقوة ملحوظة. كما لوحظ أنه يزيد من سرعة المص إن لم تغير له القاعدة للحصول على النتيجة وإلا توقف. فهو قادر إذاً على ربط فعالياته مع النتيجة. وهذا ما يسمح لنا بالقول، بحسب ظني، إن لديه مفاهيم زمنية قد تكون بدائية، ولكنها موجودة منذ الولادة.

نتيجة لما ذكرت، نستطيع أن نتفق على أن الطفل المولود حديثاً، يبدي جميع أوجه الاستعداد المكاني – الزماني البدائي. فهل يعني ذلك أن المحيط ليس له دور على الإطلاق، أم أن دوره بسيط جداً؟

أبداً، هذا غير صحيح. وإنما الفكرة، في الحقيقة، هي أن الاستعداد الأولي أو البدائي هو الذي يمكن أن تُبنى عليه فكرتا المكان والزمان بناءً كاملاً ناجزاً، وأن التجارب ستسجَّل في هذا الإطار البدائي. وهناك حجج داعمة أخرى، لا سيما تلك

التي أخذت عن تجارب فُحص فيها ما يحدث عند الأطفال البالغين الذين وُلدوا مكفوفي البصر. فمثلاً ثبت أن العميان منذ الولادة، يصعب عليهم إلى أقصى حد اكتساب بعض المفاهيم الهندسية. بينما الأشخاص الذين أصبحوا عمياناً في وقت مبكر، في الثانية أو الثالثة من العمر، لا يعانون من هذه المشكلة. فالخبرات البصرية المبكرة إذاً هي بحسب الظاهر الذي يبدو الآن، هامة جداً في بناء المكان. هناك أيضاً معطيات استقيت من حالة أشخاص ولدوا عمياناً، ثم أجريت لهم في وقت متأخر، عملية شفتهم من الساد (الضغط الذي يصيب العين من سائل يحجب عنها الرؤية). فهؤلاء، نستطيع أن نقول إن النتائج التي وصلوا إليها معهم، كانت مفجعة. إذ لم يتمكنوا من تنسيق المعلومات البصرية التي تلقوها في وقت متأخر من حياتهم، مع تصوراتهم المسبقة. وأحدهم، وكان لديه موهبة متميزة (فقد كان قادراً وهو أعمى، أن يركب دراجة بعجلتين)، كما أنه كان متحمساً جداً، ولكنه لم يفلح أبداً في تقدير المسافات مثلاً. فكان ينحني من النافذة التي تعلو عن الطريق مسافة ١٢ متراً، ظناً منه أنه يستطيع لمس الأرض. فلدينا إذاً نموذج لشخص لم يستطع أبداً أن يدمج معلوماته البصرية مع معلوماته السابقة. وقد أنهى معظم هؤلاء حياتهم كما كانوا سابقاً، أي كأنهم عميان، على الرغم من أن نعمة البصر قد ردت إليهم[1].

هل أجريت التجارب على العميان؟ أعني بوجه خاص، هل حاول الباحثون أن ينظروا كيف يفهم هؤلاء العميان المكان والزمان، مع أنهم، من حيث الإدراك المكاني – الزماني، حرموا من تلك التجربة البصرية الابتدائية.

إن سؤالك هذا، يساعدني كثيراً على صياغة نقاط هامة تتعلق بالصلات بين هذه البنى الابتدائية (المكان والزمان) وبين دور المحيط في نموها. أولاً، حين نقارن بين الأعمى والمبصر يجب أن يكون واضحاً لدينا كل الوضوح، أن الفرق الوحيد بينهما لا ينحصر في حدود الرؤية أو عدمها. إن الفرق أعقد من ذلك بكثير. فالطفل

---

(١) يوجد تقرير مختصر باللغة الفرنسية عن حالة أعمى معالج (س.ب) نشره ر.ل غريفوري في كتابه (العين والدماغ). باريس، هاشيت، ١٩٦٦ م، ص ١٩٣ – ١٩٩. وهذا المعالج، بعد أن بدأ بداية مشجعة، أصابه الإحباط ومات بعد بثلاث سنوات. ويروي غريفوري أنه سرعان ما عاد إلى الحياة دون أن يرى النور، وظل في الظلمة. ويوجد تقرير مفصل، انظر م.جانيرو (الخلل البصري الدائم عند المكفوفين منذ الولادة الذين عولجوا) معطيات سريرية تجريبية (سنوية البسيكولوجية، ٧٥، ١٩٧٥، ص ١٦٩ – ١٩٦).

الذي يرى، مر بتجارب كان يلعب هو نفسه فيها الدور الفعال. فهو مثلاً، يستطيع أن ينظر إلى الأشياء التي تهمه وأن يتحول بنظره عن الأشياء التي لا تهمه، أو التي تزعجه. أما الطفل الضرير، فلا يملك إمكانية مكافئة تجاه دنيا الأصوات، لأنه لا يستطيع أن يغلق أذنيه. وليس لديه أي سلطة على تكييف هذا العالم، عالم الأصوات، وهذا ما يشكل فرقاً جوهرياً بين الضرير والمبصر. ولا يرتبط مباشرة بالرؤية. وفي ميدان التنقل، لا يلعب البصر بالنسبة للمبصر، والسمع بالنسبة للأعمى دورين متكافئين. وهذا هو الفرق الأساسي كما يبدو لي. وقد اكتشفت هذه النقطة حقاً منذ أمد بعيد. وما يخطر لي هو تجارب ريتشارد هيلد Richard held التي نشرت عام ١٩٦٥، والتي بينت أن النشاط الإرادي عند الحيوان الذي يتم تحت رقابة بصره، هو نشاط لا بد منه للوصول إلى التنسيق بين معطيات الحواس[١]. ففي تجربة شهيرة قام بها الباحث، ربى قطين في الظلام، وكان يخرجهما بضع دقائق في اليوم إلى الضوء ويضع أحدهما في جانب من مجموعة ألعاب متحركة والآخر في الجانب الآخر فكان النشيط بينهما يحرك الألعاب، أما الآخر، فكان ينقاد للنشيط. وقد تأكد في هذه التجارب بعدئذ، أن (القط البليد)، على الرغم من أنه كان يرى كما يرى «القط النشيط»، إلا أنه لم يكن يملك قدرة على التحكم في حركاته. فكان، من الوجهة الوظيفية، بحكم الأعمى. بمعنى أنه كان يتصرف كما لو أنه غير قادر على استعمال المعلومات البصرية لتنقلاته وفعالياته بوجه عام. فيبدو لي إذاً، أن الفرق الذي أشرت إليه في البدء، بين المبصر والأعمى، هو شيء آخر يتجاوز كثيراً إطار الرؤية[٢].

يوجد تبعاً لقولك هذا، ارتباط حميم جداً بين الرؤية والقدرة على الحركة؟

صحيح تماماً إن القدرة على الحركة لا بد منها، ويجب أن تكون قدرة طوعية. فلا يكفي أن يكون الكائن منقاداً لآخر، بل يجب أن يكون سيداً لحركاته، وأن يرى ما هي النتائج البصرية الناشئة عن حركاته الخاصة. وثمة عمل متميز جداً يدعم هذه الفرضية بشدة وقد قام به باحث من إدنبره يدعى توم بوير، فعندما بلغ طفل

---

(١) س.هليد« Plasticity in sensory » (المرونة في المعطيات الحسية). المجلة العلمية الأميركية، تشرين ثاني، ١٩٦٥ (المؤلف).

(٢) ت.ر.ج. بوير « Blind babies see ;vith thrir ears » (الأطفال العميان يرون بآذانهم)، مجلة New Scientist، ٧٣، ١٩٧٧، ص ٢٥٥-٢٥٧.

أعمى شهره العاشر أو الحادي عشر، زوده منذ الولادة، بجهاز مرسل للأمواج فوق الصوتية، وضعه فوق جبينه. وهذا الجهاز خفيف جداً يسمح له بتحريك رأسه بحركة طبيعية، ويبعث بإشارة يرتد صداها، ويفك رموزها جهاز موزع للأصوات Sterio phonique يجعل الصوت مسموعاً لدى الطفل. وبهذا الجهاز يستطيع الطفل أن يستكشف ما يسمعه بطريقة مكافئة لما يستطيع أن يفعله الطفل المبصر الذي يرى بعينه.

أهذا طفل أعمى؟

نعم هذا طفل أعمى منذ الولادة، وقد تأكد أن لديه عملياً، نمواً حركياً طبيعياً. وقد دلت بعض القرائن أن نموه كان مكافئاً كلياً لنمو طفل مبصر. وأخص من ذلك، أنه تأكد أن الأطفال المكفوفين، منذ بلوغهم الشهر الرابع من العمر، لا يمدون أيديهم بعد ذلك ليحاولوا الوصول إلى شيء يطلق صوتاً، بينما يوجد هذا السلوك، بشكل طبيعي، عند طفل مبصر حين تُجرب معه هذه الوسيلة في الظلام. إن هذا السلوك الخاص مثلاً، لا يختفي عند طفل مجهز بهذا الجهاز البديل فوق الصوتي، مما يبرهن أن هذه القدرة لديه على تفحص محيطه بنفسه، تحتفظ عند الطفل على الأرجح باهتمام تجاه المحيط، وتعطيه عندئذٍ الوسائل لتنميه مفاهيمه المكانية الطبيعية»[1].

حتى الآن، لم نعر اهتمامنا إلا للأطفال الصغار جداً، أو المواليد الجدد، ولكن دعنا الآن نتعرض لبداية المشي عند الطفل ودخوله في عالم اللغة،

---

(١) إن جزءاً كبيراً من مشاكل الاتصال بين الوليد الأعمى وأمه ينجم عن كون الأم تتوقع لا شعورياً أن تلاحظ عند صغيرها استجابات اجتماعية، وبخاصة على صعيد الوجه، ووضع الرأس وجهاً لوجه، والنظر في العيون، الابتسامات، وحركات الفم الخ. وينبني الحوار المبكر على استجابات من هذا النوع، وعلى دلالات اجتماعية كالصوت مثلاً. وسرعان ما يصبح الطفل الأعمى (محادثاً شيئاً) لأنه لا يؤدي «الإجابات المنتظرة». مما يزعج الأم والمحدثين الآخرين، وكذلك الطفل نفسه. وتكون النتائج غالباً خطيرة بالنسبة لمستقبل التفاعلات الاجتماعية. لذلك ينصح فرينبرغ أمهات الأطفال المكفوفين أن يكلمن أطفالهن وهن ينظرن لا إلى الوجه، بل إلى اليدين اللتين تتحركان وفقاً للحاجة تجاه الصوت. وهكذا يدوم الحوار، كما أن مشاكل التفاعل الاجتماعي العامة تقل بصورة ملحوظة. (عن كتاب Insights From blind. س. فريبري، ١٩٧٧). «المؤلف».

وذلك لكي نتقدم في دراسة نمو فكرتي المكان والزمان. فهاتان البدايتان، كما أقدر، هما لحظتان يصبح فيهما لفكرتي المكان والزمان أهمية كبيرة؟

هذا واضح. وأنت على حق. ولكن اسمح لي أن أُجْمِلَ حديثي وأن أبرزه. إن بحثي الشخصي هو ما جعلني أعطي كبير أهمية للحالة الابتدائية والنمو المبكر. وهذا بلا شك هو السبب في أني ألححت كثيراً على حقيقة أن المكان والزمان، يبدو أنهما «معرفتان»، بدائيتان طبعاً، ولكنهما ماثلتان عند الطفل منذ وقت مبكر جداً، وبهما سيصبح للتجارب التي سيعيشها معنى[1]. ولو عدت إلى بداية حديثنا لوجدت أن هذا يتناقض مع فكرة بيركلي تناقضاً واضحاً. فالكائن الإنساني سيبدأ الكلام طبعاً في لحظة معينة، بين ١٨ شهراً والسنتين من العمر، وسيبدأ باستعمال لغة محيطة، وهذه البداية في الكلام لن تُعدم التأثير في نموه، وهذا واضح. وأعتقد أن الشيء الهام الجديد بأن يقال هنا، نظراً لأننا نتحدث عن البسيكولوجية التكوينية، هو أنه توجد تصورات أو خيارات حول موضوع العلاقات بين اللغة والمكان – الزمان يمكن أن يكون لها تأثير عملي في طريقة تصورنا للتعليم، (مثلاً ما يجب فعله وما يجب تجنبه مع الطفل في المدرسة وهكذا).

ويبدو لي أن ثمة تصوراً مغلوطاً يقوم على الظن بأن اللغة ستلعب الدور الأساسي في نمو فكرتي المكان والزمان. والقصة كلها التي أنا على وشك أن أرويها لك، ستؤدي تقريباً إلى نتيجة متناقضة، مفادها أن لهاتين الفكرتين طبيعة بدائية، بمعنى أنهما عند الطفل تكونان غير مرفقتين بعد بإشارات كلامية، ولكنهما موجودتان. وهما ماثلتان قبل الكلام. فهو في الأصل يملك استعداداً لها، وبهذا الاستعداد عند الطفل، سيتمكن من تحديد الرموز أو الكلمات التي يسمعها في لغة الكبار المحيطين به، والتي تعني مثلاً، الأوضاع المكانية النسبية للأشياء، كالتعابير: في، على، بجانب، خلف الخ، التي هي تعابير مكانية نموذجية. وسيتمكن من تحليلها نتيجة لكون الطفل يملك معارف تتعلق بالمكان. وهذه المعارف تجعل كلام البالغ

---

(١) تبرهن أعمال مدرسة جنيف أن النمو المعرفي يسبق النمو اللغوي وأنه يأتي في أساسه. راجع مثلاً هـ. سينكلير – دي – زفارت «اكتساب اللغة ونمو الفكر» باريس Paris، دونو Dunod، ١٩٦٧، أو راجع إ. فيريرو E.Ferreiro (العلاقات الزمنية في لغة الطفل) باريس Paris، دروز Droz، ١٩٧١، أو ج.-ب. برونكارت J.P. Bronckart (تكوين الأنماط الكلامية عند الطفل وتنظيمها) بروكسل Bruxelles، ديسارت Desart، ومارداغا Mardaga ١٩٧٦. (المؤلف)

مفهوماً وذات دلالة عند الطفل. وثمة تجارب شهيرة، بل يمكن القول، إنها تكاد تكون كلاسيكية[1]. ففي هذه التجارب يُعطى الطفل سلسلة من الألعاب: دمية، علبة، طاولة الخ، ويُعطى بعدئذ أوامر من قبيل «ضع الدمية في العلبة»، وننتظر ما سيفعله: إنه فعلاً، سيضعها في العلبة. ولكن إذا قلنا له: «ضع الدمية تحت العلبة». يعود على الرغم من ذلك فيضعها في العلبة. وإذا قلنا له «ضع الدمية على الطاولة»، يضعها وينفذ الأمر تنفيذاً صحيحاً. ولكن إذا قلنا له «ضع الدمية في الطاولة» يضعها مع ذلك على الطاولة. وهذا يبرهن على أن تأويله للغة، والفرضيات التي يكونها الطفل حين يكون قد بلغ الثانية أو ربما الثانية والنصف، حول ما يطلب البالغ تنفيذه منه، هي فرضيات ذات معنى دلالي متحدر من معارفه. فهو يعرف أن العلب هي أماكن توضع فيها الأشياء، وأن السطوح المستوية، كسطح الطاولة، هي أماكن توضع عليها الأشياء، وهكذا، وبهذه المعارف التي يملكها سيفهم كلام البالغ وسيحل رموزه. وفيما يتعلق بالزمان، فإن سيرورات النمو مكافئة لتلك المتعلقة بالمكان. إذ إن الطفل، بما لديه من معارف مضمره عن الزمن، سيتوصل إلى فهم تعقيدات اللغة، فيفهم مثلاً قواعد اللغة العربية ليعبر عن الزمن، كأن يحدد الماضي والمستقبل والمضارع (الحاضر)، والأمر، والممكن، والمحتل ... ومسألة أن الطفل يفك رموز كلام البالغ، هي مسألة معرفية، بمعنى أنها مسألة معارف سيحلها الطفل بما لديه من معرفة مسبقة، وليس العكس[2].

استندنا عدة مرات إلى تجارب بصرية، وكذلك سمعية، ولكن دون أن نتمكن من تحديد رابطة: مكان/ زمان ورؤية/سمع، بدقة جيدة. وقد أعطيت أمثلة تتعلق بالمكفوفين: فهل أجريت دراسات متعلقة بذوي السمع الرديء؟ وهل يتأثرون كذلك في إدراكهم للمكان والزمان؟ وبأي طريقة؟

نعم، إنهم يتأثرون فعلاً. وهذه مسألة معقدة إلى حد ما ولم تُفهم فهماً جيداً. والذين عملوا في هذا الموضوع هم باحثون من لندن[3]، لا سيما عملهم على نموذج تجريبي بسيط جداً وطريف، وسأحاول وصفه لك باختصار. يقدم لشخص أصم

---

(١) راجع مثلاً إ. كلارك الاستراتيجيات غير اللغوية واكتساب معاني الكلمات مجلة Cognition العدد ١٢، ١٩٧٣، ص ١٦١ – ١٨٢ (المؤلف)

(٢) المرجع السابق.

(٣) ن. أوكونر و ب. هيرميلين «الرؤية والسمع والمكان والزمان» مجلة pereption and Psychophisies العدد ١١، ١٩٧٣، ص ٤٦ – ٤٨.

سلسلة من الأحرف التي تظهر تباعاً مع الزمن. فيعرض مثلاً الحرف /ك/، ثم /ز/، ثم /ل/. ويظهر كل من هذه الأحرف أمام الشخص في موضع مختلف عن الآخر من الفضاء الموجود أمامه، فمثلاً أول حرف /ك/ يبدو في المركز، ثم الثاني /ز/ يظهر إلى اليمين، وأخيراً الثالث /ل/، يظهر إلى اليسار. ففي هذه التجربة لا يتفق الترتيب المكاني مع الزماني أبداً. أي لا تقدم أبداً ثلاثة أحرف متتالية زمنياً بترابط مع ترتيبها المكاني المعتاد من اليمين إلى اليسار[1]. ويطرح على الشخص سؤال فيه شيء من الالتباس، فيقال له «استعد لي ما رأيته الآن». فالشيء الذي نتأكد منه في هذه التجربة، هو أن الشخص العادي الذي يسمع لا يعطي إجابة مدهشة، فقد يعطي الجواب باستعمال الترتيب الزمني لظهورها، ويقول «رأيت ك – ز – ل» أما ما يدهشنا نحن الذين نسمع، فهو أن الصم، أو معظم الصم على كل حال، يعطون إجابتهم باستخدام الترتيب المكاني، إذ سيقول الأصم عادة «رأيت ز – ك – ل» (أي حسب ترتيبها المكاني كما تقرأ باللغة العربية من اليمين إلى اليسار). ويبدو أننا في هذه التجربة نضع يدنا على أمر جوهري تماماً. أو على فرق مهم. هو أن فكرة ما يأتي في المقام الأول، كما يبدو، تختلف جداً من الشخص السليم إلى الشخص الأصم. فيبدو إذاً أن المتصل المستخدم لتسجيل الحوادث المعاشة تسجيلاً تتابعياً، ليس هو نفسه بالنسبة لجمهوري السليمين والصم. فنحن السامعين، نفضل استخدام المتصل الزماني. وفكرة الأول بالتالي، هي عندئذٍ فكرة زمنية. أما بالنسبة للصم، فهم يفضلون استخدام المتصل المكاني. والحقيقة أن الظاهرة لم تفهم أبداً، ولا يعرف سبب واضح لها، ولا يعرف إطلاقاً ما يمكن أن يترتب عليها من نتائج تربوية. لأن العلاقة التربوية بين المعلم وتلميذه الأصم هي علاقة تقوم طبعاً على المعاني الحدسية المألوفة عند العاديين. ونتيجة لهذا الكشف، لا يعرف المعلم كيف يضع نفسه في مكان تلميذه (لكي يعرف كيف يتعامل معه). الأمر الذي يطرح سلسلة من المسائل التي ظلت بلا حل، ولكنها تبرهن بوضوح على أن التجربة السمعية تؤثر بطريقة هامة في التنظيم الزمني للحوادث.

---

(١) أي لا تظهر الأحرف، عند عرضها تباعاً، مكتوبة كما هي العادة في اللغة العربية من اليمين إلى اليسار. فقد كان المفروض أن يظهر الحرف ك إلى اليمين لأنه أول ما ذكر، والحرف ز في المركز لأنه الثاني والحرف ل إلى اليسار لأنه آخر ما ذكر ولكن هذا ما حدث (المترجم).

-١٣-

المكان والزمان وبيولوجية الأعصاب (النوروبيولوجية)

حديث اجري مع ميشيل امبرت Michel Imbert أستاذ في جامعة باريس الجنوبية، مدير المخبر التابع للمركز الوطني للبحث العلمي: نوروبيولوجية النمو Neureubiologie du developpement.

إميل نويل: لا يزال السؤال المتعلق بالروابط بين الفطري والمكتسب، الذي طرحناه في موضوع نمو فكرتي الزمان والمكان، موجوداً هنا أيضاً في ميدان إدراك المكان والزمان. ولكن الإجابة هنا ليست أسهل مما كانت بالنسبة لجوانب النمو الأخرى المتعلقة بتكون الفرد. وهي تخرج، مع مواضيع أخرى، عن إطار الحديثين السابقين اللذين كانا يعبران عن وجهة نظر علم النفس. لذلك يبدو لي من المناسب أن أبدأ بالتساؤل التالي: بأي شيء تختلف مقاربة عالم بيولوجية الأعصاب عما عداها، هذا إذا كان ثمة اختلاف؟ أو بوجه أعم: هل لك أن توضح لنا ما تقدمه علوم الأعصاب لفهم هذا الإدراك؟

ميشيل أمبرت: فعلاً يمكن أن نطرح على أنفسنا هذا السؤال: كيف يتناول عالم بيولوجية الأعصاب مسألتي إدراك المكان والزمان. فعالم النفس يهتم أساساً بالإجراءات التي تمكن المتعضية من احتلال وضع لها في مكان ثلاثي الأبعاد، ومن القيام في هذا المكان بعدد من الإجراءات المعقدة والمجردة نسبياً لتحديد هوية

الأشياء، ولتصنيفها وتعرف أشكالها الدقيقة المحددة، كالوجه مثلاً. أما عالم بيولوجية الأعصاب، فيهتم بدلاً من ذلك بالآليات البيولوجية التي تكمن خلف هذه الإجراءات أو التي تساعد على تحقيقها. وأعتقد أن دور عالم بيولوجية الأعصاب مكمل لدور عالم النفس. فعلى هذا الأخير أن يحدد المسائل وأن يقترح بشكل ما نماذج لكيفية العمل. وعلى عالم بيولوجية الأعصاب عندئذ أن يبحث وأن يستعين في ذلك بالتقنيات التي في حوزته لإظهار طريقة عمل الجملة العصبية المركزية وكشفها عن الآليات التي يمكن أن تجنَّد لإظهار هذه الإجراءات النفسية وتفسيرها.

ألهذا التعاون بين هذين الفرعين العلميين قدرة على إبعاد ذلك المفهوم القديم، أعني مفهوم «العلبة السوداء» الذي كان سائداً منذ خمسين سنة؟.

أجيبك بنعم ولا. فمنذ خمسين سنة، وبوجه خاص منذ عشرين سنة، ظهرت تقنيات كثيرة وأساليب جديدة متنوعة تساعد عالم بيولوجية الأعصاب على معرفة طريقة عمل الدماغ بكثير من التفصيل. ولكن الدماغ معقد إلى درجة خارقة، وما زلنا بعيدين جداً عن المعرفة الدقيقة لكيفية عمله. ولا أعتقد أن باستطاعتنا القول إننا فتحنا العلبة السوداء على مصراعيها، ولو قلت لك ذلك لكان هذا ادعاء ليس له معنى. إذ ما زال أمامنا الكثير الذي نجهله. إلا أننا مع ذلك تمكنا منذ عشرين سنة، أي بعد الجمع بين طرق من الكهرفيزيولوجية والبيولوجية الجزيئية والمورفولوجية والمناعة، من الحصول على عدد المعلومات الثمينة للغاية عن حقيقة الدماغ، وعن كيفية تكوينه وعناصره، وما هي قواعد (أو أسس) عمله إلخ. فلدينا إذاً الكثير من الأمور والمعارف عن العلبة السوداء. ولكننا ما زلنا بعيدين عن معرفة كل شيء، وعن أن نستطيع الإجابة عن جميع الأسئلة.

إذن دعنا نأخذ مثالاً ملموساً نبدأ به. فلكي نرى كيف نتجه إلى فهم إدراك المكان في بيولوجية الأعصاب، يبدو لي أن الصورة البصرية الضوئية هي إحدى الطرق الأهم في هذا المجال، لأن الصورة البصرية مكانية. وقد اعتدنا أن نحسب العين آلة من آلات التصوير، وأن الشبكية هي أول شاشة تستقبل الصورة التي تكونها هذه الآلة، ولكن فكرة المكان لا تظهر إلا بعد ذلك، أي في سلسلة التأويل، وفي البنى التي «يتم فيها الإحساس». وعلى هذا كيف تتم هذه الأمور فيما يلي الشبكية؟.

أود قبل كل شيء أن أقول: إن النظر إلى العين على أنها آلة تصوير ليس خطأ من جميع الأوجه، بل كل ما في الأمر أنه ليس كافياً تماماً. والخطر كل الخطر في أن نحسب أننا نرى وندرك المكان بأعيننا، وبأعيننا وحدها. والحقيقة أن العيون ليست سوى أدوات أو أعضاء سطحية للرؤية. إننا نرى بدماغنا، وبكامل دماغنا، وليس بمنظومة الرؤية وحدها، إننا في الواقع نملك عينين، عينين اثنتين (وهذه نقطة هامة ربما نعود إليها بعد برهة). فالعينان تؤلفان جهازاً ضوئياً يساعد على انتقاء الأشعة المبثوثة أو المنعكسة عن الأشياء فيرتبها وينظمها على شكل صور. فنحن ننجز لهذا المكان الثلاثي الأبعاد صورتين أصغر منه ومقلوبتين، وغالباً مشوهتين، وهما مستويتان على كل حال، وتقعان عند نقطة من قعر العين. وقعر العينين تفترشهما منظومة عصبية مركزية. وهذه المنظومة هي جزء من الدماغ كان قد دفعه النمو لأن ينتقل إلى المحيط خلال حياة المتعضية الجنينية. فلدينا إذاً في أعيننا جزء من الدماغ يقوم فعلاً بمعالجة وتحليل الصورة التي شكّلها نظام الهندسة الضوئية في العين. وهذه المعالجة في غاية التعقيد. فقد قلت إن هذه الصورة لا تكتسب أهميتها إلا حين يصبح لها معنى. وأعتقد أن طرح المشكلة يجب أن يكون فعلاً على النحو الذي ذكرته. إذ لا تبدأ الرؤية فعلاً إلا منذ اللحظة التي تتلقى فيها عن هاتين الصورتين المسطحتين المشوهتين إعلاماً ثلاثي الأبعاد عن الفضاء / الشيء (أي حيز الشيء، وشكله ولونه إلخ). ولا نبدأ بالرؤية إلا منذ اللحظة التي نُؤَوِّل فيها هاتين الصورتين، أي منذ اللحظة التي نعطيهما فيها «مدلولات» غير محتواة كلياً في العناصر الضوئية الصرفة التي ينجزها نظام هندسة الضوء في العين. وهذه المعالجة تبدأ من الشبكية. وللشبكية بنية في غاية التعقيد، وهي تحوي طبعاً المستقبلات الضوئية التي هي العناصر ذات الصلة المباشرة مع الصورة العينية، ولكنها تحوي كذلك فئات أخرى من الخلايا العصبية، ولا سيما الخلايا الخاصة التي تدعى الخلايا العقدية التي تفترش أبعد جزء من الشبكية، وهو جزء رقيق نسبياً، وله بعض السماكة. وألياف هذه الخلايا العقدية تشكل الألياف العصبية البصرية. وهذه الشبكية تُجري على الصورة العينية معالجة معقدة. ويجب أن نعلم قبل كل شيء أنها تحوي عدداً ضخماً من المستقبلات الضوئية (حوالي ١٦٠مليون عند الإنسان) إلا أن الرسائل التي ستتجه نحو الدماغ، لا تسلك إلا طريق الألياف البصرية التي لا يتجاوز عددها المليون تقريباً. وتقوم الشبكية، التي تُعِدُّ شكل الصورة العينية (أو تجمعها)، بعملية اختزال

هامة تتناول الإعلام المتضمن في الصورة العينية، لأن هذا الإعلام ينتقل من ١٦٠مليون مستقبل ضوئي إلى مليون قناة بصرية.

وما الذي يجري بعدئذٍ؟

إن هذه الرسائل التي تجري على طول ألياف العصب البصري، تكون على شكل رسائل «منفصلة» أو على شكل طاقات تأثير صغيرة، أي على شكل تغيرات مقتضبة، لها مدة محددة وكمونات كهربائية، أو كأنها شكل من الرسائل العددية: إذ إن الإعلام البصري كله، أي الإعلام المتضمن في الصورة العينية كله، يكون قد اختزل إلى هذه الرسائل المنفصلة التي تجري في هذه الألياف البصرية المليون. وهذه الرسائل تتوزع بعدئذٍ على بنى عديدة من الدماغ[1]. وبعضها يمضي حتى يصل إلى منطقة موجودة في القسم القذالي من القشرة الدماغية، وفي مساحة تدعى القشرة البصرية الأولية التي هي، نوعاً ما، البنية القشرية الأقرب إلى العضو المستقبل، أي الأقرب إلى الشبكية. وهناك يعاد، إن صح القول، بناء الصورة. والصورة العينية التي تحولت إلى مليون رسالة جرت في العصب البصري، ستوزع على عدد كبير جداً من خلايا القشرة الدماغية. فستتم إذاً عن طريق الاستكمال والتحشية بين هذه الأجزاء، إعادة تكوين أو ترميم «الصورة العينية» التي تساعد على ترميم الشيء الأساسي من الإعلام، الذي فُقد نتيجة تقارب المستقبلات الضوئية على ألياف العصب البصري. والصورة التي يعاد تكوينها على صعيد القشرة البصرية الأولية، يتم تحليلها بدلالة بعض الصفات المميزة. من ذلك مثلاً: صفات التوجه، صفات اللون، صفات الاتجاه، صفات السرعة، صفات الحركة إلخ. وجميع هذه الصفات ستوزع بعدئذ، بدءاً من القشرة المخططة، على مناطق أخرى من الدماغ، أو بالأحرى على مناطقٍ من القشرة الدماغية أو مناطق تحت قشرية. أما بعد ذلك، فلا نعرف حقاً ما الذي ستصير إليه هذه الرسائل. والفكرة الجوهرية هي أن لدينا في البدء رسالة مصورة كالخريطة. (أو بالتالي تمثيلاً طبوغرافياً للفضاء / الشيء) التي يتم تحليلها بعدئذٍ إلى عدد معين من الصفات الموزعة بطريقة غير طبوغرافية على مناطق أخرى من الدماغ. وهكذا يتتابع التحليل تدريجياً.

---

(١) لقد درست هذه البنى بالتفصيل، راجع بهذا الشأن مجلة العلوم العدد ٧٣، أيار ١٩٩٤. المقال «الصورة الإبصارية في العقل والدماغ» للباحث الشهير سمير زكي.

الحقيقة، يبدو فعلاً أن الجهاز البصري الضوئي الذي أتيت على وصفه يعمل كما تعمل الأجهزة التي نعمل الآن على اختراعها لصنع صور عددية.

فعلاً، ثمة ميل حالي في بيولوجية الأعصاب، نحو البحث الذي يعتمد اعتماداً قوياً على نماذج تعريف الأشكال التي هي من نمط تلك التي يقترحها الإعلاميون أو المختصون فيما يدعى بالذكاء الصنعي. وأعتقد أن اتباع هذا المسلك مفيد. فالإعلاميون يتساءلون بعباراتهم المجردة نسبياً عما يجب أن تقوم به منظومة معينة لكي تتعرف شكلاً ما. ونحن، علماء بيولوجية الأعصاب، سنتمكن عندئذٍ من محاولة معرفة: في أي المواضع يجب أن نبحث، وما نمط السؤال الذي يجب أن نطرحه.

أي أنكم تسألون الدماغ كما يُسأل حاسب عن الطريقة التي يعمل بها؟

نعم ولا. لأننا إذا لم نكن نعرف ما الذي يفعله الحاسب، ولم نكن على علم بأنماط البرامج التي هو قادر على معالجتها، فلن نستطيع فهم طريقة عمله من مجرد النظر إلى الكيفية التي تمت بها عمليات اللحام والتوصيل وإلى أين تذهب الأسلاك.

ولكن يمكن أن نسأل اعتماداً على برنامج معين على كل حال؟

هو كذلك. يمكن أن نفعل كما يفعل المختصون بالذكاء الصنعي، فنطرح على أنفسنا السؤال التالي: «أيّ خوارزمي[1] يجب أن نجهز لكي نجري هذه العملية أو تلك؟». أما عالم بيولوجية الأعصاب، فسيبين من جهته أن الدماغ مكوَّن بحيث أن هذا الخوارزمي بالذات يمكن أن يُدخل (يُلَقَّم) وليس ذاك. مما يجعل العامل في الحقل النظري قادراً على حذف جميع النماذج التي لا يمكن أن تجد لها حلاً بيولوجياً مقبولاً.

---

(١) خوارزمي: برنامج هو أسلوب حل أو مجموعة الإجراءات المتتالية التي يتألف منها البرنامج لنصل إلى الحل. وهي كلمة مأخوذة عن اسم العالم الذي يحمل هذا الاسم نفسه، فعن طريقة تعلم الغرب مجموعة الآليات الحسابية ويقصد المؤلف أنه في حال معرفة طريقة البرمجة يمكن التنبؤ بطريقة التوصيل وبالتالي فهم التركيب وطريقة عمل الجهاز.

هل تحقق تقدم في مجال الصورة العقلية؟، هل يعرفون مثلاً كيف تظهر صورة بصرية في مخيلتنا دون محرض خارجي؟

هناك الكثير من علماء النفس الذين يدور عملهم حول الصورة العقلية، أي حول التصور العقلي للأشياء الثلاثية الأبعاد. ولكن ما نستطيع قوله من وجهة بيولوجية الأعصاب – لأن سؤالك ينحصر في هذا المجال – هو أن الجملة العصبية تعمل طيلة الوقت، حتى عندما ينام المرء. هذا عدا الحالة التي يكون المرء فيها في غيبوبة عميقة جداً، وغائباً كلياً، ولكن يوجد عندئذٍ نشاط عفوي يجري في الدماغ. وتجوال هذه المعلومات كلها يمكن أن يعيد تكوين بعض الصور، وأعني الصور العقلية، أي غير المستثارة مباشرة من وجود محرض خارجي فعلي تتكون صورته على الشبكية.

أعتقد أن لدى بيولوجية الأعصاب أشياء كثيرة تقولها عن نشوء العمليات وتكونها، أعني عمليات الرؤية ونضجها. فكيف تجري سيرورة النضج؟ وهكذا ترانا قد عدنا إلى مسألة الصلات بين اللدني (الفطري) والمكتسب.

فعلاً. فجميع العمليات التي تجريها منظومة الرؤية حول الفضاء / الشيء، وفي كل سوية من سوياتها، من الشبكية حتى الدماغ، هي عمليات في غاية التعقيد. وتتطلب نشوء دارات بين مختلف النورونات وهي على درجة كبيرة من الصنعة والتعقيد. وفوراً يبرز سؤال حول هذه الدارات المعقدة. أهي مجرد تعبير عن سيرورة نضج، أم أنها جُهزت تدريجياً نتيجة التفاعل الذكي بين المنظومة والمحيط. أو بعبارة أخرى، هل تنمو المنظومة كما لو أنها مجرد تعبير عن برنامج وراثي، أم أنها تنمو وتوطد بنموها، تدريجياً، وبطريقة «تثقيفية»، مختلف الاتصالات بين النورونات المختلفة، مهيئة بذلك لتحقيق هذه العمليات؟ إن ما نستطيع قوله لتلخيص الحالة الراهنة اليوم حول هذه المسألة، هو أن منظومة الرؤية بخطوطها العريضة، بل الجملة العصبية عامة، لا تكون جاهزة إلا نتيجة سيرورة نضج، ودون أن نستفيد فائدة تذكر من التجربة الحسية بمعناها الضيق. على أن هذه التجربة تلعب مع ذلك دوراً، حتى وإن لم يكن هذا الدور سوى إتاحة المجال لتثبيت ودوام ما سبق أن ظهر في أثناء عملية النضج. لأن المنظومة، إن لم تعمل، فسينتهي أمرها إلى التردي والانحطاط. ويوجد من جهة أخرى، بالنسبة إلى عدد معين من العمليات البالغة الدقة والرهافة، سيرورات تعلم تقوم بعملها لكي تساعد على تشذيب عمليات

تفكيك معاني الصور التي تقوم بها نورونات المنظومة البصرية. وأعتقد أن زمان الجدل الذي يعارض الفطري بالمكتسب معارضة قاطعة، قد ولّى. وهذا الجدل، لم ينته في النوروبيولوجية فحسب، بل في البيولوجية عامة. وقد خصصت أنت منذ عدة سنوات سلسلة من اللقاءات حول هذه المسألة. وأظن أننا لا نستطيع فعلاً فصل أحدهما عن الآخر. ولكني أقول لك مع ذلك، إن الجانب الفطري هام إلى أبعد الحدود في بنية منظومة الرؤية ووظيفتها، لا بل في المنظومة العصبية عامة.

لم نتحدث حتى الآن إلا عن حاسة واحدة. أو أننا حاولنا فهم إدراك المكان عن طريق حاسة الرؤية وحدها. ولكن من المرجح أن تكون سائر حواس الإنسان مُتَطَلّبة في إدراك المكان.

نعم، وأنت تثير بسؤالك هذا مسألة مشوقة عرفها علماء النفس جيداً، وهي مسألة الوحدة الإدراكية التي بدأ علماء بيولوجية الأعصاب بدراستها. وقد قلنا إن المكان يُبْنى بدءاً من دلائل رؤيوية، وضوئية، ولكنه يُبْنى كذلك بدءاً من دلائل صوتية، ودلائل وضع الأعضاء بالنسبة للجسم، ودلائل وضع الجسم بالنسبة للفضاء وبالنسبة للثقالة إلخ. وبين هذه الدلائل توجد بوجه عام رابطة متميزة لافتة للنظر. وقد درس علماء النفس هذه المسائل كثيراً. ولكن عالم بيولوجية الأعصاب اكتشف في بعض مناطق الدماغ، عناصر، أو خلايا، أو نورونات، تتأثر مثلاً بمحرضات رؤيوية، ولكنها لا تتأثر إلا عندما تكون هذه المحرضات الرؤيوية موجودة في منطقة معينة من الفضاء. وهذا النورون نفسه يستجيب لمحرض صوتي، ولكن بشرط أن يكون المحرض الصوتي موجوداً في المنطقة نفسها من الفضاء. وهكذا ترى، أن في هذه الحقيقة. أساساً نوروبيولوجياً واضحاً، ومحدداً إلى أبعد حد، يعطي هذه الوحدة الإدراكية مضموناً فيزيولوجياً.

وفيما يتعلق بالزمان . . . هل حققت النوروبيولوجية تقدماً مماثلاً لتقدمها في دراسة إدراك المكان؟

إنه لأمر واضح تماماً أن لا. فعدد الأعمال النوروبيولوجية المخصصة لدراسة إدراك الزمان، ضعيف إلى درجة هزيلة فعلاً. هذا إذا قرناها بكمية الأعمال التي خصصت لإدراك المكان أو لإدراك صفات مدركة أخرى. ولا أستطيع أن أذكر لك ما هي الأسباب التي جعلت الوضع على ما وصفت، فلربما كان السبب أن هذه المسألة أصعب من غيرها. وعلى هذا، كيف أستطيع أن أجيبك؟ على كل حال، أذكر لك في البدء أن سير عمل الدماغ يجري في الزمان، فثمة إذاً نوع من المعايرة

(أي من امتلاك الدماغ لعينة، هي حس الدماغ نفسه تتيح له تقدير الزمن)، حتى وإن لم يكن ذلك إلا لالتقاط المعلومات. وهذه المعايرة، تتم بثوابت زمنية. إذ ثمة منظومات (في الدماغ وفي الجملة العصبية عامة) تستجيب بطريقة تسمى «قرارية أو نبروية»[1] Tonique، بمعنى أنها تستمر في عملها طالما أن المحرض حاضر، وثمة منظومات أخرى تسمى «طورية» Phasique، ليس لها عمل سوى أن تشير إلى زمن متقطع (ذات إيقاع معين مثلاً)، أي لظهور حادث أو لاختفائه في المحيط. وجميع هذه الآليات، القرارية (الأساسية)، والطورية، تجري في وقت واحد. وثمة معالجة معقدة جداً تسير مع الأولى جنباً إلى جنب. فإذا كان ثمة معايرة فعلاً، فثمة ميقاتية في مكان ما من الدماغ تمكننا من هذه المعايرة، أو تجعلها ممكنة. وهذا كل ما تؤهلني إمكانياتي الخاصة لأن أقوله لك. إلا أني أود أن أضيف مجرد نقطة حول فعل الإدراك (وأقول مجرد نقطة، إذ الحقيقة أن هذا الأمر في غاية التعقيد): إن إدراك شيء ما يعني أن نستدل عليه، أي أن نضع فرضية نتحقق، بأعمال لاحقة، صحتها أو بطلانها. ففي فعل الإدراك إذاً، من الأصل (كما في فعل الرؤية مثلاً) بعد زمني ملازم له، متأصل في العقل الإدراكي ذاته. ولكي أعطيك مثالاً محسوساً: نأخذ حالة الضفدع، ففي شبكية الضفدع خلايا قادرة على تحديد وضع جسم صغير وحركته عند انتقاله بسرعة معينة في اتجاه معين. وعندما يظهر هذا الجسم في حقل رؤية الضفدع، يستجيب هذا الأخير برد فعل محرك غاية في الدقة، إذ يطلق لسانه ويحاول التقاط هذا الجسم. ولكي يتمكن من التقاط هذا الشيء، لابد أن يطلق لسانه في وضع غير الوضع الراهن للجسم، بل هو الوضع الذي سيتخذه هذا الجسم في لحظة تالية معينة. إن ظاهرة استباق الحادث أو توقعه، وآلية التحديد، ترتبط في الحقيقة بصنف من الأجسام التي تكون في متناول الضفدع: ألا وهي فرائسه. فالضفدع لا يتعرف مجرد «شكل» فحسب، بل يستطيع أن يستبق الحدث عند محاولة التقاط هذا الشكل، وذلك بأن يقوم، بشكل من الأشكال، بقياس الزمن.

إن عملية الضفدع عملية قذفية (رمي على هدف متحرك)؟

نعم، إنها في هذه الحالة عملية قذفية. فأنت ترى إذاً أن في هذه العملية قياساً للزمن ملازماً لاكتشاف شكل معين منذ اللحظة الأولى.

---

(١) أي كأنها النبرة الدائمة المستمرة التي يعتمدها المحاضر.

في حالة سلوك هذا الضفدع لا مجال طبعاً للإشارة إلى أن الضفدع قد أصبح على علم بالحقيقة الزمنية. إلا أنه من الواضح أن ثمة احتساباً للحقيقة الزمنية تتم بكيفية تشبه كيفية عمل الدماغ نفسها كما عرفتها أنت منذ هنيهة (المعايرة) وهذا الحساب، وهذا واضح الاحتساب بما هو عليه من «توفيق بين الأحاسيس والاستجابات أي (الوسائل) الكفيلة بالتقدير والتصرف» الذي يحتاج لشيء من الزمن كي يعمل. ولكن إذا نظرنا إلى سوية أعلى في سلم الارتقاء، أي سوية كائنات تملك جملة عصبية مركزية قادرة على تأويل فكرة الزمن. فعندئذٍ ما الذي نستطيع قوله عن هذا العلم، عن هذا الوعي؟

سؤالك معقد جداً، ولا أدري إن كنت أستطيع الإجابة عنه بعبارات النوروبيولوجية. إن مثال الضفدع لم يُذكر إلا ليظهر بوضوح أن الجملة العصبية تقوم في النهاية بمعايرة. فلدينا بالتالي شكل من أشكال الميقاتية. ويصح ذلك أيضاً على اللبونات العليا ولاسيما الإنسان. إلا أني أعتقد مع ذلك أن كل تصور للزمن يتم عن طريق استعارة مكانية. ومع ذلك يتغير سلم الزمان عند الإنسان بعض التغيير. إذ ثمة آليات انتباه انتقائية، وآليات اهتمام، ودافع، وتعب، وتيقظ، هذه الآليات يمكن أن تعدل السلم. وهي تساهم على الأرجح في هذا الإدراك الذاتي للزمن، الذي يتغير تبعاً لمختلف مسويات تيقظ شخص خضع للتجربة مثلاً، ولكن لا أستطيع أن أقول لك كيف تساهم.

معنى ذلك، أن اختيار الرقاص (أو النواس) أو أشياء مكانية أخرى للدلالة على الزمن، لم يكن إذاً نتيجة مصادفة بحتة.

أظن أننا لا نستطيع الاستغناء عن المكان حتى ولو لم يكن ذلك إلا للدلالة على الزمن.

إن عدم الاستغناء هذا قد يدفعنا إلى الظن أن المكان يُدرك على أنه أكثر «مادية» من الزمن.

على الأرجح، وربما كان إدراك الزمان يتم عبر المكان. ففي المنظومة الرؤيوية نورونات تتأثر تحديداً بالحوادث التي تنتقل بسرعة معينة في المكان. فهذه النورونات، هي بشكل من الأشكال كواشف للزمن.

من كل ما قلته لي الآن، يبدو لي أن تقدم بيولوجية الأعصاب، وتقدم علم النفس التجريبي، يسيران بهذين الفرعين المعرفيين إلى التقارب والعمل معاً.

إني متفق معك على ذلك كل الاتفاق. بل إن هذه قناعتي العميقة. والآن بعد أن أعطيت رأيي، أعتقد أن علينا تجنب رد جميع الظواهر النفسية إلى ظواهر نوروبيولوجية بعملية اختزال، أو لنقل بطريقة بدائية إلى حد ما. إذ يوجد الكثير من الأمور المجهولة في طريقة عمل الجملة العصبية وفي طريقة عمل الدماغ. وفهم بعض العمليات النفسية ووصفها بعبارات بسيكولوجية بحتة أفضل بكثير من فهمها ووصفها بتعابير آليات الفيزيولوجية. فثمة إذاً نوع من عدم النفوذية بين المفاهيم التي يستخدمها علماء النفس والمفاهيم التي يستخدمها علماء بيولوجية الأعصاب. ولكن ذلك لا ينشأ على الأرجح من عدم تقبل النوروبيولوجية تقبلاً كاملاً للتفسير البسيكولوجي، بل ربما كان ذلك ناشئاً عن تخلف نسبي في تقدم علوم الدماغ لا يزال باقياً إلى اليوم.

فمثلاً، يزداد حالياً استناد علماء النفس إلى الأعمال المنجزة في علم النفس الفيزيولوجي أو في بيولوجية الأعصاب. ومن الجائز أن يكون لدى علماء بيولوجية الأعصاب من جهتهم اهتمام بفرضيات علماء النفس وأخذها في حسبانهم.

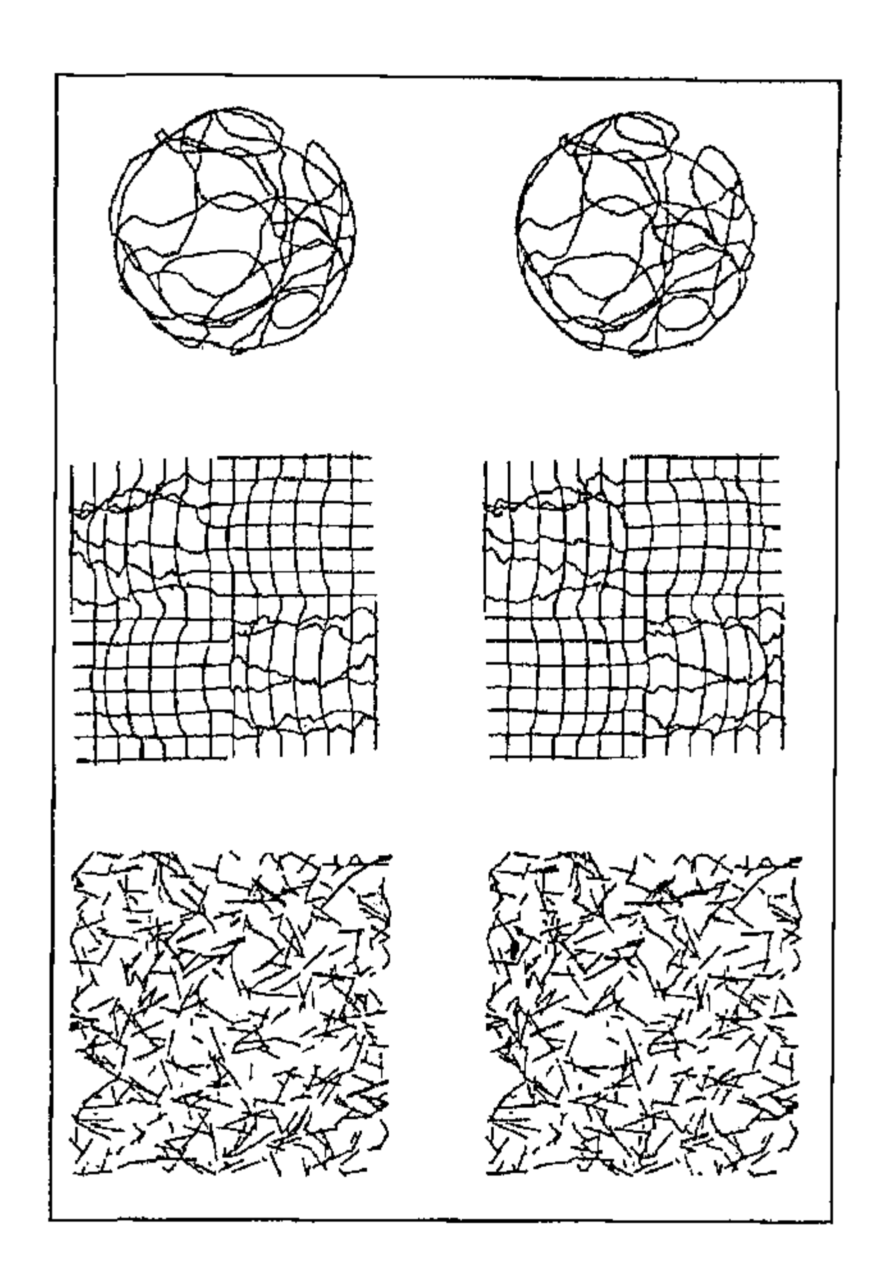
صحيح تماماً، وأعتقد أن علماء بيولوجية الأعصاب لا يستطيعون وحدهم طرح مسائل هامة على الدماغ، بل على علماء النفس أن يدلوهم على الطريق. وأعني بقولي هذا أن علماء النفس هم الذين يطرحون المسائل وعلى علماء بيولوجية الأعصاب أن يحاولوا حلها.

فعالم النفس هو، بنحو ما، الذي سيسأل على صعيد البرنامج، وذلك للعودة إلى النماذج «المحددة للقواعد الشكلية» المجردة التي ذكرتها منذ قليل؟ (راجع الجزء المتعلق بتشبيه سؤال الدماغ بسؤال الحاسب).

نعم، إن عالم النفس هو الذي يرينا بتعبيرات مجردة نسبياً العمليات التي يقوم بها الدماغ في الواقع.

وأنتم تهتمون بطريقة عمل الدماغ.

أما نحن، فما نحاول عمله هو معرفة أي العناصر المادية، أي ما هي شبكات النورونات التي يمكن أن نلقمها هذا البرنامج أو ذاك من برامج تحليل الواقعة التي عرضها علينا علماء النفس.



ستيريوغرام (رسم مجسامي). أدر رأسك من اليسار إلى اليمين ومن اليمين إلى اليسار جاعلاً نظرك يتابع الشكل. وعندما تندمج الصورتان بحيث لا تشكلان سوى صورة واحدة، حاول أن تثبت هذه الصورة وتحتفظ بها. وبعد زمن (يختلف من شخص لآخر)، يزداد المظهر التجسيمي وضوحاً ونرى نصف كرة مجوفة في الأعلى، وأربع قباب في الوسط، وقالب حلوى في الأسفل. وقد وضع جاك نينيو (المحدث) هذه الرسوم ونفذها الحاسب. لاحظ في الشكل السفلي التمويه الكلي للسطح الممثل. ومن ينجح في دمج الشكلين دون أن يصالب نظراته، سيرى التجاويف مليئة، وبالعكس.

-١٤-

هندسة العين والدماغ

حديث اجري مع جاك نينيو Jaegues Ninio استاذ باحث في المركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي.

إميل نويل: لا شك أن الأحاديث السابقة بدأت تكوّن لدينا فكرة عن السيرورات التي تولد لدينا إدراك المكان والزمان. ومهما كانت الحاسة المستثارة (السمع أو البصر، أو اللمس)، فالجملة العصبية المركزية هي التي تعطي التأويل شكله في نهاية الأمر[1]. ويهمنا أن نعرف كيفية إعطاء هذا التأويل، أهي مبنية على نظام تأويلي منطقي متماسك؟ فمثلاً هل ثمة شيء من قبيل الهندسة يمكن أن نسميه هندسة هذا التأويل؟

جاك نينيو: إن اهتمامي ينصب بالدرجة الأولى على الإدراك البصري. ففي مجال الرؤية يهيمن المكان أولاً، بينما نُدرك بالسمع الزمان أولاً. فالعين تكوّن للفضاء المحيط بنا انطباعاً فيزيائياً، أو مادياً، على الشبكية. واعتماداً على هذا الانطباع يكوّن الدماغ تمثيلاً (تصوراً) للواقع. ولكن هذه الصورة لها خواص تجعلها على

---

(١) «أو إن ما تنقله الحواس هو ذبذبات صوتية أو سمعية أو جزيئات مادية تدخل إلى الأنف أو يحس بها اللسان، ولكن هذه الذبذبات أو الجزيئات تختلف صورتها عن الصورة التي يكونها الدماغ، فنحن لا نحس ذبذبات وإنما نرى صورة إنسان مثلاً أو شجرة. كما أننا لا نقول إن جزيئات لامست لساني أو أنفي، بل نقول هناك طعم أو رائحة، إن هذه الصورة أو النغم أو الرائحة، أو الطعم هي ما تحس به نتيجة التأويل الذي يعطيه الدماغ ويسمى، «كواليا»، فهذا هو الشكل الذي أعطاه الدماغ بتأويله. أما هنا فيقتصر الحديث على هندسة الصورة البصرية.

غير اتفاق تام مع الواقع، على الرغم من أننا نستخدمها دليلاً لنا في شؤوننا وتصرفاتنا، وعلى أحسن وجه.

إذاً، فما الخواص؟

إن وضع الأجسام بعضها بالنسبة إلى بعض، في الصورة التي يبنيها الدماغ لا يتفق مع قوانين الهندسة المألوفة، أي أنه ليس إقليدياً. وعلى الرغم من عدم الاتفاق هذا، إلا أن هذه الصورة مجدية جداً ومبنية بصورة أُحسن إعدادها. إنها ليست خاطئة، ولكنها تتبع منهجاً خاصاً بها إلى حد ما.

دعنا نتفحص أنواع الخواص الثلاث التي وضعتها في المقدمة: الجانب اللاإقليدي، والجدوى، وطبيعة الإعداد الجيد في السيروات. وإذا شئت، دعنا نتناولها بالترتيب. فلنبدأ أولاً بالجانب اللاإقليدي في التصور الذي يبنيه الدماغ.

إن الجانب الأول هو جانب الأوهام الهندسية. فمثلاً، إذا أخذت دائرة وأحطتها بدائرة أخرى، بدت الدائرة الداخلية أكبر مما هي في الواقع[1]. وإذا وضعت شبه منحرف فوق آخر مساوٍ له، سيبدو أحدهما أكبر من الآخر. ويجب أن تُحنى أعمدة المعبد نحو الداخل قليلاً لكي تبدو لنا مستقيمة تماماً (حسب قوانين المنظور). ولكي يبدو خط بعيد عن مركز حقل الرؤية مستقيماً يجب أن ينحني انحناءً زائدياً (أي انحناءً خفيفاً نحو محور النظر). وثمة جانب آخر يدل على نوع الالتواء الماثل في الصورة التي يكونها الدماغ، وهذه الظاهرة هي ظاهرة ثبات العِظَم نفسها، فإذا اقترب وجه منك، لا تغيِّر صورته في التمثيل العقلي من عِظَمها، على الرغم من أن صورة هذا الوجه على الشبكية تكبر وفقاً لقوانين المنظور.

هل تأتي هذه التصحيحات التي يجريها الدماغ نتيجة للتجربة والممارسة، أم أنها مبرمجة وراثياً؟

---

(١) إن ما يقصده المحدث على الأرجح هو الوهم الذي يصيبنا حين ننظر من ثقب الباب، فنتوهم للحظة أن الثقب أوسع من حقيقته، حتى قد نحاول رؤية الجوانب فنصطدم عندئذٍ بالباب.

إنها عامة وشائعة جداً، حتى إني أعتقد أنها بمجملها مبرمجة وراثياً. إضافة إلى ذلك، يبدو أن بعض هذه الظواهر يمكن أن يستدل على وجودها عند حيوانات حتى ما كان منها من المراتب الدنيا كالذباب.

هذا ما يخص الجوانب اللاإقليدية. هل لديك أمثلة أخرى غيرها لتعرضها علينا؟

حالياً لا.

فلنمض إذاً إلى النقطة الثانية: الجدوى. فقد قلت إن هذه الصور مفيدة، على الرغم من الالتواءات التي ذكرتها، وهي مجدية إلى درجة مذهلة.

صحيح. فنحن لا نخطئ في واقع الأمر حين نرى ضرورة للانتقال. وحتى حين نغلق أعيننا، نستطيع أن نوجه يدنا بكل دقة نحو هدف نريده. فإذا وجد جسم على بعد ٨٠سم عني، وحاولت تقدير بعده عني، فقد أقول ٧٠سم أو ربما ٩٠سم، وأخطئ في الحالين بـ ١٠سم. ولكن إذا أغمضت عيني ومددت يدي لألمسه، فقد لا يتجاوز الخطأ عن الهدف ٢ أو ٣سم. فثمة شيء من الهندسة اللاشعورية أكثر دقة من الهندسة الواعية المتكونة عن طريق الخبرة. وثمة وجه آخر لهذه الدقة في التقدير الهندسي، وهو أنه إذا كانت أمامنا ورقة عليها دائرتان إحداهما أكبر قليلاً من الأخرى نعرف ذلك فوراً. وإذا رأينا أمامنا مجموعة من النقط ليست بكل دقة على استقامة واحدة، نلاحظ حالاً أن إحداها خارجة عن استقامة النقاط الأخرى. وإذا كان لدينا مستقيمان غير متوازيين، اتضح لنا مباشرة أنهما غير متوازيين. فلدينا إذاً تقدير دقيق جداً لنسب أبعاد الأشياء وأوضاعها.

وهل يسري ذلك على الأشياء القريبة والبعيدة بالطريقة نفسها؟ فأنت تقول الآن إننا نلحظ مباشرة عدم توازي مستقيمين، بينما أعطيت في الوقت نفسه مثالاً عن أعمدة الهيكل التي يجب أن تنحني نحو الداخل لكي تبدو متوازية. فلربما كانت مسألة بعد الشيء هي التي تلعب دوراً في هذا التباين، أليس كذلك؟

على الأرجح. ولديك كذلك حقيقة، وهي أن معرفتنا عن هذه الجوانب الهندسية ليست مكتملة، كما أن التمثيل العقلي ليس خالياً من التناقض. وسنعود حتماً إلى هذه النقطة بعد حين.

حتى وإن كانت معرفتنا عن هذه الظواهر غير مكتملة بعد، إلا أننا نعلم «وأنت قلت ذلك» أنها حسنة الإعداد، وأن إعدادها قد نال على مر الدهور تحسينات كثيرة وصنعة معقدة.

نعم: ويمكن أن نبرهن برهاناً مقنعاً إلى حد ما على أن الدماغ قادر على تجنيد مسالك معقدة هندسياً. وخير برهان هو أن نأتي بجسم ونسقطه على شاشة، بحيث لا نرى سوى ظل هذا الشيء. فإذا كان الجسم ذا شكل مستطيل، بدا ظله متوازي أضلاع، وسأرى أنا على الشاشة متوازي أضلاع. لندور المستطيل الآن، فمتوازي الأضلاع سيدور ولكن شكله سيتغير مع الدوران، أما الدماغ فسيعلم عندئذ أن ما أمامه ليس متوازي أضلاع، وإنما هو مستطيل يدور. أي أن الدماغ يعرف تماماً المعرفة كيف يستعيد إحكام وضع الجسم وتحديد حقيقته، معتمداً في ذلك على مسقطه الذي يتشوه، هذا على الرغم من أن هذا المسقط ليس له شكل الجسم الحقيقي. ويقال عن هذه الظاهرة إنها ناجمة عن مفعول العمق الحركي. وهناك مثال آخر لا يقل توضيحاً لمقدار الإعداد الذي نالته الرؤية. وهو مثال الرؤية المجسمة. إذ لدينا عينان، ونحن نستقبل على كل منهما صورة تختلف عن الأخرى اختلافاً طفيفاً، ولكن الدماغ يستطيع أن يكون صورة ثلاثية الأبعاد للواقع اعتماداً على الفرق الموجود بين هاتين الصورتين. والمسألة هنا تشبه بعض الشبه مسألة المهندس الذي يرى أمامه مخططاً لآلة أعطي مسقطاها على مستويين مختلفين، وعلى المهندس أن يعرف شكل الآلة في الفضاء اعتماداً على هذين المسقطين. إن الدماغ قادر على معالجة هذه المسألة، أي مسألة إعادة تكوين الجسم الثلاثي الأبعاد اعتماداً على مسقطيه، حتى لو كانت إعادة التكوين هذه معقدة إلى أبعد حد. ففي هذا الموقف، لا يستطيع الرياضي إطلاقاً أن يقول كيف هو الشكل الفراغي من مجرد النظر إلى المسقطين (أو مجرد النظر إلى انطباع صورتيهما على الشبكية)، ولكن العقل بالمقابل يستطيع إعادة تكوين الشكل الثلاثي الأبعاد آلياً وبشكل صحيح، باستخدامه لهذين المسقطين.

ومع ذلك هناك سؤال يُطرَح في الحالتين اللتين ذكرتهما الآن: هل يتصرف الدماغ تصرف جهاز تلقائي آلي يقوم بالتأويل مباشرة، أم أنه يقوم بعمل داخلي قد يُكشف عنه وقد لا يُكشف؟

هناك عمل داخلي، وهناك أيضاً عدد من المراحل التي تمر بها معالجة الإعلام الرؤيوي. ونحن نعرف أولى هذه المراحل، كما يمكننا قياس الزمن الذي يستغرقه

الدماغ في عمله. ولاسيما في حالة الرؤية التجسيمية التي يتلقى فيها الدماغ صورتين مختلفتين للجسم، فالدماغ في هذه الحالة يجب أن يقارن بينهما ويخلص إلى الشكل الثلاثي الأبعاد. وعندما يتلقى عدداً من ثنائيات الصور للمرة الأولى، فقد يستغرق بضع ثوان، بل ربما بضع دقائق، لكي يؤولها. ومتى عرف بعدئذٍ كيف ينتهي من تأويل فئة معينة من الصور، يستطيع عندئذٍ العمل بسرعة أكبر بكثير في حالة الصور المشكلة وفق مبدأ الفئة الأولى نفسه.

فهناك إذاً قدرة وراثية على التأويل، وهناك إلى جانبها تعلم يساعدها على المضي في عملها بسرعة أكبر فأكبر؟

نعم، يمكن أن نقول مثلاً إن الزمن الأصغري لتأويل صورة يجب أن يكون من رتبة ٢٠ميلي ثانية، لأن الصورتين اللتين تعرضان بفاصل زمني قدره ٢٠ميلي ثانية تبدوان كأنهما عرضتا في وقت واحد. ولكن يمكن للأذن أن تميز بين أصوات تفصل بينها ٢ميلي ثانية، ولكن النظر يحتاج إلى فاصل أطول.

هناك أيضاً جانباً آخر قد نرى فيه تعارضاً. فقد أشرت من جهة إلى وجود تعديلات، وعدم دقة تامة في ذلك التأويل اللاإقليدي، وأشرت من جهة أخرى إلى أن هذا التأويل مفيد جداً ومعد خير إعداد. ألا يوجد عدم اتفاق بين هذه القولين؟

كلا، بل هما متفقان. ولنقس هذه الحالة على حالة رسم الخرائط. فعندما نذهب إلى أحد أركان المعمورة لكي نحاول رسم خريطة للأرض، نحمل معنا أدوات قياس، ثم نجري القياسات اللازمة، ونجمعها ونشكل في ضوئها تمثيلاً للأرض. ولكن حين نرسم تمثيلاً مستوياً لسطح كروي كما هي حال الأرض، فلابد عندئذٍ من أن يكون هذا التمثيل تشويهاً للحقيقة. ومع أنه مشوه إلا أنه صنع وفق قواعد دقيقة تراعي الأهم فالمهم. فقد يُقرّر مثلاً أن تُعْطى الأولوية للجهات، والاحتفاظ بالزوايا وتُتْرك المسافات لتخسر من واقعيتها. فالخارطة إذاً مشوهة، ولكنها في الوقت نفسه ذات فائدة تامة في الملاحة البحرية والجوية وغيرها. وأعتقد أن هذا يحدث في الدماغ إلى حد ما. فالدماغ له وسائل في القياس يطبقها على الشبكية، وهذه الوسائل تمكنه من تكوين صورة مشوهة فعلاً، إلا أنها مفيدة. ودراسة هذه التشوهات يمكن أن تزودنا بآثار بصمات يمكن أن نستدل منها على طبيعة وسائل القياس المستعملة. وعلى كل حال توجد على الأقل ناحيتان يختلف فيهما هذا التمثيل العقلي عن الهندسة المألوفة، أولاهما أننا في الهندسة المألوفة، عندما نضيف إلى

الشكل خطوطاً جديدة، لا يتغير هذا الشكل. فمثلاً إذا كان لديك دائرتان ورسمت مماساتهما المشتركة، تظل الدائرتان على حالهما. أما في التمثيل العقلي، فعندما نضيف بعض الخطوط إلى جسم مثلاً، عندئذٍ يبدو هذا الجسم أعرض مما كان[1]. فثمة تأثير لشكل الجسم في الأجسام المجاورة. وأمامك الآن تفسير ممكن لما أشرت إليه سابقاً على أنه تناقض في حديثنا عن إدراك المستقيمات المتوازية. بل ربما نصل هنا إلى فضاء النسبية العامة. والناحية الثانية هي أن النقطة في الهندسة الكلاسيكية، يمكن أن تُعرف على أنها تقاطع مستقيمين، ولكن عندما يعالج الدماغ الإعلام الشبكي، يتبع طريقة خاصة في التعرف على النقطة. فالنقطة بالنسبة له هي بقعة صغيرة على الشبكية، يتعرفها بطريقة معينة. ولكن إذا تقاطع مستقيمان على الشبكية، فإن تقاطعهما لا يعامل كما تعامل النقطة. فبالنسبة للدماغ يمكن أن تُعرف النقطة على النحو التالي: النقطة هي الشيء الذي لا يستطيع الدماغ أن يلاحظ وقوعه مع أمثاله على استقامة واحدة. أما إذا كان لدينا قُرَن أو تقاطعات مستقيمات (زوايا)، فلن نعرف في هذه الحال، وبالدقة نفسها، أن نقاط التقاطع (رؤوس الزوايا) هي على استقامة واحدة أم لا.

لا أدري لماذا يخطر على بالي الآن قولك منذ قليل بشأن تقدير بعد شيء، أنه «إذا وجد جسم على بعد ٨٠سم عني وأغمضت عيني، فإني ألتقطه ولا أخطئ بأكثر من سنتمتر. في حين إذا طلب إليّ تقدير بعده عني، فقد أخطئ بعشرة سنتيمترات». أليست جميع هذه السيرورات المعدة على أحسن وجه، أكثر فائدة وجدوى في سلوك الجسم سلوكاً مباشراً، مما هي في تفسير المحيط تفسيراً عقلياً مجرداً؟

سأرد عليك بأن هذا الأمر كان نتيجة الاصطفاء الطبيعي. إذ يتراءى لنا أن الاصطفاء الطبيعي يعمل عمله منذ ملايين السنين في تربيتنا وزيادة قدراتنا، وذلك لملاحقة فريسة، أو للإفلات من قبضة مفترس وغد. فالمسألة هنا مسألة حياة أو موت، فلابد من اكتساب حركة دقيقة للإفلات أو للقفز من غصن إلى آخر. أما الدقة في التقدير العقلي للمسافات، فهي في حقيقة الأمر، لم تنل هذه الأهمية إلا، ربما، منذ بضع مئات أو آلاف من السنين.

---

(١) الرجل القصير مثلاً يلبس رداءً مخططاً بالطول، والمرأة النحيفة تلبس ثوباً مخططاً بالعرض إلخ.

ففي فهم الدماغ إذاً لاحتياجاتنا تفضيل لاستخدام التنظيم المباشر للمكان. وقد أشرت منذ قليل إلى وجود أدوات قياس. فما نوع أدوات القياس إذاً التي يملكها الدماغ لكي يبلغ هذه الدرجة من الفعالية والنفع.

يبدو أن أدوات القياس الرئيسية، تكون على شكل كواشف تغير، أو كواشف حركة. ويعرف الباحثون الآن واحداً على الأقل من هذه الكواشف، هو كاشف القطع المستقيمة المتحركة. وهذه النتائج، هي التي توصل إليها هبل Hubel وفيزيل Wiesel اللذان كوفئا حديثاً بجائزة نوبل. إن ما «تراه» خلايا الدماغ عند سوية معينة من تأويل الإعلام، الذي هو رؤيوي في الأساس، هو عنصر من محيط جسم، بل عنصر مستقيم من المحيط له توجيه معين: ويهم بالإنتقال إلى وضع معين أمام العين. ففي تجربة من نمط تجربة هبل وفيزيل، يوضع قط أمام شاشة ويثبت ويخدر، ثم تفتح جمجمته ويغرس في خلية من القشرة البصرية مسرى كهربائي صغير جداً، ثم تُحرك على الشاشة محرضات مختلفة، ولاسيما قضبان صغيرة قاتمة أو مضيئة. ولدى وضع وتوجيه معينين تماماً، وكذلك لدى اتجاه معين تماماً للحركة، تأخذ الخلية بالانفراغ. وقد يتفق أن تكون مثل هذه الخلايا ثنائية العينين، بمعنى أنها تستجيب لمحرض بالعين اليمنى ولآخر بالعين اليسرى، وهذان المحرضان المركبان معاً، الأول للعين اليمنى والآخر للعين اليسرى، يؤثران في حالة الرؤية المجسمة حين يوضع جسم باتجاه العمق في وضع محدد تماماً بالنسبة للقط. فنحن نعرف إذاً أن خلايا القشرة البصرية عند القط «ترى» القضبان الصغيرة المتحركة، وأن هناك ظواهر مماثلة عند القرد. ونعرف كذلك أن هناك خلايا تميز محرضات أكثر تعقيداً بقليل، كالقُرَن[1] (أحرف الزوايا الثنائية).

أليست هذه هي اللحظة المناسبة لإدخال مفهوم الزمان. لأنك تتحدث عن الحركة وعن التغير. وعندما تبدأ الحركة في المكان، يتراكب مع إدراك الزمان عند كل من يحيا في هذا المكان.

بل إن المكان والزمان يتراكبان بطرق مختلفة. ويمكن القول حقاً، إننا لا نرى سوى التغير. لأننا إذا اتخذنا وضعاً مناسباً لكي تثبت صورة ما على الشبكية، بحيث تتلقى الشبكية هذه الصورة على الدوام، فإن أجزاء منها تتمحي، ثم تعود، ثم تختفي من جديد، ولكن لا يمكن أن نراها على الدوام. ونعلم من جهة أخرى أن الخلايا في إحدى مراحل التأويل البصري الأولى، التي تلي الشبكية مباشرة، هذه

---

(١) جمع «قُرْنة» أي ركن غرفة مثلاً.

الخلايا حساسة للانتقال من النور إلى الظلمة ومن الظلمة إلى النور. فهذه الخلايا لا تكتشف الحركة، بل تكتشف تغير الإضاءة. وهناك حيوانات، كالضفدع، لا ترى (بالمعنى الحرفي للرؤية) سوى الحركة. لأن الضفدع الذي يكون بجانبه ذباب ميت لا يستطيع أن يأكله، لأنه لا يراه، ولا يبدأ التنبه عنده إلا عندما ينتقل جسم أمام عينيه. والحركة لا تكفي فحسب لكشف الجسم، بل يستعان بها غالباً في التأويل. ونحن نقوم باستمرار، بتحريك أعيننا حركات صغيرة لا نشعر بها. وهذه الحركات تمسح الصور بلا نظام. وعلى الرغم من أن الصورة التي نكونها في رأسنا تبدو ثابتة مستقرة تماماً، إلا أنها تأتي نتيجة لهذا الاستطلاع والاستكشاف الذي تقوم به العيون في حركتها.

وهذا يعني أن استقرار إدراك صورة ساكنة، هو نفسه يتوقف على حركة عضو الرؤية الكاشف البصري (أي العين).

على الأرجح. وأخيراً، قلت إن الصورة إذا لم تتحرك انمحت. أضف إلى ذلك أننا غالباً ما نلجأ إلى أرجحة الرأس حين نحاول رؤية شيء ما بشكل أفضل. ونشاهد ذلك أيضاً في حديقة الحيوانات. فعندما يستثار فضول الحيوان، نلاحظ أنه يؤرجح رأسه لكي يرى ما يحدث. وقد تحدثت كذلك منذ قليل عن مفعول العمق الحركي، الذي يؤدي بنا إلى تأويل شكل الشيء تأويلاً صحيحاً عندما يكون مسقطه متحركاً. فالحركة إذاً يُستعان بها فعلاً لتأويل الصور دون أن تكون مع ذلك ضرورية. فمثلاً حين نتلقى صورة مسقطي جسم بالتناوب على شكل ومضات خاطفة تدوم ميلي ثانية دون أن يترك لنا وقت لرؤية الحركة، نقوم عندئذٍ باستعادة إنشاء هذا الجسم إنشاءً صحيحاً في الأبعاد الثلاثة. فنحن نستعين بالحركة ونستخدمها استخداماً جيداً، ولكنها ليست ضرورية إطلاقاً. وقلت في تأويل الإعلام البصري، إننا نرى التغير في أول مستوٍ يلي الشبكية، أي نرى الانتقال من المظلم إلى المضاء أو من المضاء إلى المظلم. أما الخلايا الموجودة بعد ذلك فتدرك الحركة. والحركة في هذه الحالة. هي اكتشاف تغير بجانب آخر.

كأن هناك قدرة على الانتقال من نظرة مكانية إلى نظرة زمانية وبالعكس. لأن هناك فرقاً مع ذلك بين التغير والحركة. (ففي التغير يتم هذا التبادل).

نعم، ولكن لننظر إلى الدماغ على أنه مجموعة من الدارات المؤلفة من نورونات: ولنأخذ مثلاً خلية معينة من إحدى سويات تأويل الإعلام. وذلك أثناء تلقيها

لإعلامها الآتي من مكانين مختلفين من الشبكية. إن الإعلام يحتاج إلى بعض الوقت لكي يصل إلى هذه الخلية التي ستؤول الإشارات. فإذا وصلت معلومات من مكانين متباعدين، واستغرق إرسالها زمنين مختلفين، عندئذ يصبح الاختلاف الذي كان على شكل اختلاف مكاني اختلافاً زمنياً وبالعكس. وفي الظواهر الدورية، يشق علينا كثيراً أن نميز دورية في المكان من دورية في الزمان.

ما هي النسبية مرة أخرى (اندماج المكان والزمان)؟

لا، إن ما أعنيه هو ظواهر أكثر تواضعاً بكثير، من ذلك مثلاً البلبلة التي تنتابنا على سلم متحرك عند الوقوف، أو التوسع الظاهري لشكل حلزوني يدور. وثمة ظواهر أكثر وضوحاً من هذه تبين هذا التبدل مكان / زمان. من ذلك مثلاً الألوان الذاتية. فإذا كان أمامك اسطوانة تدور، وكانت مقسمة إلى حلقات سوداء وحلقات بيضاء، ستظهر على هذه الاسطوانة ألوان. فما الذي يحدث؟ عند الانتقال من الإضاءة إلى الظلمة على عدد من مناطق الشبكية، تشير الكاشفات إلى ذلك، ولكن كاشف الأحمر مثلاً لا يبدأ بالاهتزاز بالسرعة نفسها التي يبدأ بها كاشف الأزرق أو كاشف الأخضر. ونتيجة لذلك، يختلف الزمن الذي تحتاجه لرؤية الأحمر في هذا الضوء الأبيض عن الزمن الذي تحتاجه لمشاهدة الأزرق، لذلك لا تستعيد ترتيب الضوء كما يصل إليك، وسترى، في بعض المناطق، الأحمر، الأخضر، الأزرق. وإليك ظاهرة أخرى: في الإعلانات الضوئية، يكون أمامك مجموعة من المصابيح التي تضاء واحداً بجانب الآخر، وبسبب وجود تغير إلى جانب تغير آخر، يتكون لديك انطباع بأن دفقة من الضوء تنتشر. فما تشاهده إذاً حركة (مع أنها تغير)، وهناك أيضاً وهم القمر. فعندما تكون في سيارة والقمر يبدو من جانبك، تظن أنه يسير معك. إن توهم هذه الحركة ينشأ عن أن الدماغ لا يحسن تقدير بعد القمر عنك. ولما كان حسابه للمسافة غير سليم، فحسابه لحركته إذاً غير سليم، فاستنتج أنه يتحرك، في حين أنه في حقيقة الأمر ساكن بالنسبة لنا (خلال هذه المدة القصيرة طبعاً)[1].

---

(١) إذا ركزت انتباهك على المركز وعلى نقطة من شكل حلزون، ستجد أن الإعلام الواصل من هذه النقطة قد حل محله بعد حين (فترة قصيرة جداً) الإعلام الواصل من النقطة المقابلة لها على الحلقة التالية، فتتوهم أن هذا التأخر في وصول الإعلام ناشئ عن ابتعاد النقطة نفسها عن المركز وبالتالي تتوهم أن الحلزون هو أمواج تتوسع (المترجم).

ولكننا قادرون مع ذلك على التمييز بين صورة غائمة مهتزة وبين صورة نقية واضحة؟

بل الأغرب من ذلك هو أن بعض الصور المهتزة تبدو لنا واضحة تماماً حين تتحرك. وهذه تجربتنا يومياً مع السينما والتلفزيون. فكل صورة ثابتة لشيء متحرك تبدو وحدها مهتزة، لاسيما في حالة سباق السيارات (حين تصور السيارة وهي منطلقة بسرعة كبيرة)، إذ ستبدو صورة السيارة مهتزة غير واضحة على صورة واحدة، ومع ذلك سيعطي تعاقب الصور شيئاً واضحاً، ففي الأمر سر لم يوضح بعد تماماً.

هذه الظاهرة هي ظاهرة إعادة التمثيل إلى واقعه؟

إن الهدف من التمثيل هو فعلاً تعرف الشيء، تمييزه، تحديده.

ولكن على أي شيء يعتمد هذا التمثيل؟ إنه يعتمد على هندسة مكتملة التجريد والصياغة الفعلية؟ لقد تحدثت منذ قليل عن تصور القطوع الزائدة مستقيمات وبالعكس. فهل بإمكاننا أن نستنتج من هذه الظاهرة السابقة أن هذا التمثيل الجديد للسيارة المتحركة يمكن تفسيره باستخدام هندسة زائدية أو بنظام آخر، على أن يكون مستقراً مكتمل الصياغة العقلية المجردة؟

لقد فكر بعضهم بشيء من ذلك، لاسيما أن العين كروية، فقد خطر لهم أنه ربما كانت هناك هندسة مبنية على هذه الكرة ولها طبيعة الهندسة الزائدية. ولكنني شخصياً، لدي إحساس بأننا لن نصل إلى شيء يقوم على قاعدة صلبة منطقية خالية من التناقضات. بل يبدو لي أننا إذا جمعنا سائر العناصر التي نعرفها عن التمثيل العقلي في هندسة واحدة: فقد يبدو هذا التمثيل مُرضياً للمرء عندما يركز اهتمامه على ناحية تفصيلية معينة – وسيكون متيناً منطقياً حول هذه الناحية – ولكن لست على يقين من أن التفصيلات كافة يمكن أن تنتظم وفق قواعد تتفق مع هندسة متماسكة قوية من حيث بنيانها المنطقي، كهندسة ريمان، أو لوباتشوفسكي، أو أي هندسة أخرى.

فيجب أن نستند إذاً إلى عدة أنماط من الهندسة؟

نعم، إلى هندسة مكونة، من هذا وذاك.

-١٥-

المكان والزمان والتربية:

حديث أجري مع ستيلا باروك **Stella Baruk**:

- **إميل نويل:** إننا نعرف الآن عن المكان والزمان والتربية، ما يكفي لأن نقدر مدى الصعوبة في تمييز الجانب الفطري من الجانب المكتسب في إدراك المكان والزمان. وعند تعرضنا للتربية، سنرى أن الوضع يزداد تعقيداً. وذلك نتيجة لتفاعلات إضافية. إذ يوجد بالفعل طريقتان على الأقل لفهم مدلولات «المكان والزمان والتربية». فقد تعني هذه العبارة أن ثمة تربية للمكان والزمان، أي أنهما مادتان للدراسة وليس على أنهما مفهومان فيزيائيان فحسب، بل كذلك على أنهما واقع ملموس علينا أن نعيشه. ومن جهة أخرى، قد نفهم من هذه العبارة أن المكان والزمان هما ممران إلزاميان للتربية، أي لابد لنا من مكان وزمان للتربية. فعن أي وجهتي النظر هاتين ترغبين بالحديث؟

- **ستيلا باروك:** يمكن طبعاً الحديث عن الزمان على أنه توقيت (تعيين مواقيت الأحداث وتسلسلها الزمني). إذ يجب أن يكون هناك تعليم للتوقيت على نحو ما هناك تعليم للقراءة والكتابة والحساب. أي أن نعلم قراءة الساعة وكتابة تاريخ لحظة معينة والإسناد إلى الزمن (تحديد موعد). ويمكن أن نقول قولاً مماثلاً عن المكان، وإن كان يبدو أن هذين الجانبين مختلفان كل الاختلاف، نظراً لما للمكان من أهمية تكوينية في الرياضيات. أما الزمان: فليس له في بداية تعلم الرياضيات تلك الأهمية. وإذا كان ثمة زمن له أهمية من حيث كونه مولداً لمفهوم فهو تقريباً، إن صح لي القول، زمن المؤرخين، وأعني به الزمن الذي يسّر تأسيس التعداد المدون لوضع التقويم، كما هو الحال مثلاً عند شعب الأزتيك أو عند الهنود، حيث يسّر

كتابة الأعداد الكبيرة جداً[1]. أو كذلك وضع الأسس الأولى لحساب التفاضل عند نيوتن، فهذا الحساب يتضمن فكرة الحركة والزمن[2]. غير أن هذا الزمن، على ما يبدو لي، ليس خارجاً عن اهتماماتي، إلا أنه يأتي في الأهمية بعد شيء أظنه جوهرياً أكثر من ذاك، وهذا الشيء هو الزمن الذي تُمارس فيه الرياضيات، أو هو ذلك الزمن الذي يتم خلاله إعداد الرياضيين، والذي يمضي في الصف، والذي يُحتسب على أننا نتعلم خلاله عدداً من المفاهيم[3].

تقصدين أننا نتعلم خلاله عدداً من المفاهيم في مكان معين.

نعم، الذي نتعلم خلاله عدداً من المفاهيم في مكان معين. وهو أيضاً الزمن الذي نقضيه في بيوتنا في محاولة المواجهة مع تلك المفاهيم التي «تعلمناها»[4] والتصدي لها. فهذا الزمن هو ما أود أن أتحدث عنه. إذ يبدو لي أن مفهوم الزمن «الأداة»، المستخدم مثلاً في تعلم مشتق ومفهوم مكان بحت بلا أي شيء آخر، الذي يطالب به الأطفال مباشرة في هندسة تدور حول المربعات والمستطيلات إلخ، هذان المفهومان ليسا، في أسوأ الحالات وأصعبها، جوهريين كالذي ذكرته. ثم إن مفهومي الزمن المذكورين كما يبدو لي غير متماثلين إطلاقاً، بمعنى أننا حين نتحدث عن الزمن الذي نمضيه في ممارسة الرياضيات، يكون حديثنا شاملاً لكل شيء، إنه يشمل التعلم الدقيق للزمن، ويشمل تعلم المكان، وتعلم المفاهيم. فهذا الزمن إذاً هو الذي يعنيني، لأني أعتقد أن هذا الزمن ليس فكرة أو مفهوماً، بل ممارسة، إنه ممارسة تسيء التربية حالياً معالجتها إلى أقصى حد. من الجائز أن يقال إن ما يجري حالياً يتفق مع معالجة معينة للزمن، وأن ما يمكن أن يحدث أو يتبع هو معالجة أخرى له.

---

(١) قد لا يتطلب عد المجموعات المنتهية أكثر من عدد لحدود من الرموز، ولكن تتالي الأيام الماضية والآتية قد تتطلب إيجاد طريقة بسيطة لكتابة الأعداد مهما كانت كبيرة بعدد محدود من الرموز، ويساعد ذلك أيضاً مجموعات محددة من الأيام.

(٢) عندما وضع نيوتن حساب التفاضل كان يتحدث عن الحركة. فالمتحول بالنسبة له هو الزمن حصراً. ومفهوم هذا الزمن المتصل الذي يصغر أو يكبر قدر ما نشاء، هو ما عنته، وهو ما سمته (ربما) الزمن «الأداة».

(٣) تتعمد المحدثة أن تسخر، لأن هذا الزمن في نظرها يمضي دون فائدة، كما سنرى بعد قليل، أو أنه غير كافٍ.

(٤) نفس الحاشية (١) السابقة.

أفهم من إجابتك أنك تستخدمين تجربتك التربوية في الرياضيات. فنحن إذاً لن نتحدث الآن عن التربية عامة، وإنما اعتماداً على تجربة أو ممارسة نوعية. فلنأخذ إذاً هذه المادة موضوعاً لبحثنا وتحليلنا: نستطيع أن نفهم أن الزمن المخصص لتعلم الرياضيات يساعد على تعلم الزمان والمكان. ولما كان هذان المفهومان للزمان والمكان غير متماثلين من وجهة النظر هذه، فلنهتم في البدء باستخدام الزمن في تعلم الرياضيات. وحسبما قلت إن استخدام الزمن كما يمارس حالياً هو استخدام يمكن أن يوجه إليه الكثير من النقد، فما هي إذاً نتيجة تحليلك لهذه الممارسة الحالية؟

إن دراستي للممارسة الحالية، قادتني إلى تكوين فكرة – إن سمحت لنفسي قلت عنها إنها فكرة حول جوهر الرياضيات (أولاً)، وكذلك – وهنا قد أبدو مدعية – حول ممارسة الرياضيين (ثانياً). إذ يبدو لي أن هذين الأمرين، هاتين الميزتين – وآسف أن أقول إنهما قد أفسدتا كلياً – هما اللتان «تتدهوران» في قاعة الصف. إذ يخصص الرياضيون حياتهم (كلها تقريباً) للرياضيات. ولا أحد يجهل إطلاقاً أن الألفة الهائلة مع المفاهيم الرياضية هي التي تساعد على اكتشاف مفاهيم أخرى جديدة، وعلى معالجة هذه المفاهيم والتعامل معها تعاملاً منتجاً مثمراً. ولا مجال للشك في أن ممارسة الرياضيات – والكل يعلمون ذلك – تعني ممارسة البحث. فهي تشبه التديّن. بل هذا ما يدفع الكثير من الطلاب إلى تركها نهائياً. إنها تعطش للزمن لا يرتوي لو نظرنا إلى ما نحتاجه منه. ولديّ عدد من الأمثلة أستطيع أن أرويها لك، وأخص منها مثالاً معروفاً إلى حد ما. هو مثال عن رياضي يدعى كول، فهذا الرياضي كان قد أمضى أيام الآحاد طيلة ثلاث سنوات في تفريق أحد أعداد مرسين[1] م٦٧ إلى عوامله، فاتصل بالجمعية الأمريكية للعلوم في نيويورك، وهناك مضى إلى السبورة وبرهن أن هذا العدد يساوي جداء ٧٦١٨٣٨٢٥٧٢٨٧ في ١٩٣٧٠٧٧٢١. إذاً هاك مثالاً صغيراً جداً. وكلنا نعلم أن في تاريخ الرياضيات، رياضيين أمضوا سنوات في البحث عن إشارة أو عن سبب يبرر وجود علاقة سبق تخمينها. ونستطيع القول إن للرياضيين طرفاً يربطهم بالأبدية، بكل ما تعنيه هذه الكلمة.

---

(١) مرسين: رياضي فرنسي (١٥٨٨–١٦٤٨) زعم أنه وجد دستوراً يعطي أعداداً أولية. وقد رمز لهذه الأعداد بأول حرف من اسمه وبرقم العدد مثل م٦٧. ولكن الرياضي كول أثبت أن م ٦٧ ليس أولياً ونقض نظرية مرسين.

فعلاً، إنهم منغمسون كلياً في زمان عملهم.

نعم، منغمسون كلياً. إن الزمن بالنسبة لهم حوض، إن هم خرجوا منه، زالت عنهم صفة رياضيين، وأصبحوا مجرد ممتهنين للرياضيات. ثم إن الرياضيات في الكتب المدرسية التي تدرس في الصف، من حيث كونها حقلاً للمعرفة يعاد تكوينه في أذهان التلاميذ، تفتقر للتاريخ. فمثلاً، ما هي نظرية فيثاغورس بالنسبة لطالب في الصف الثالث الإعدادي؟ إنها نظرية يتوصل إليها اعتماداً على عدد من البديهيات. حتى إن الطالب ليس لديه فكرة عن أن المعني هو مربع ومساحة مربع. بل إن مربع الوتر بالنسبة له هو عدد ب جـ مضروب بـ ب جـ، وكلمة مربع لا تعني له شيئاً على الإطلاق. إني أتفق معهم، بل أود أن يكون هناك بناء إبداهي وإعادة تنظيم للمعرفة. ولكن هذا البناء، عند فكرة المربع مثلاً، يمحو التاريخ الذي لن يتبينه الطالب إطلاقاً، أو إذا شئت لن تتضح له الضرورة الداخلية لمفهوم معين. وهذان الموقفان تبدو عليهما سيماء التناقض بشكل مفارقة: إذ، من جهة هناك ضرورة لزمن هائل، وفي الوقت نفسه محو للزمن، فهذان الموقفان، أو هاتان الخاصتان تتزاوجان بحيث أن الطالب الذي نعلمه الرياضيات يجد نفسه غارقاً في أعمال **لا ضرورة داخلية لها**، وأنه يتصدى لها خلال فسحة من الزمن مليئة كلياً بالتفاهة والسخرية. إن تعليم نظرية فيثاغورس لطفل، بقولنا له «مربع الوتر في مثلث قائم يساوي مجموع مربعي ضلعيه الآخرين، فتعلَّم واحفظ وطبِّق» هو سخف هائل، لأنه لن يحفظ منه شيئاً، بل سيرتكب علاوة على ذلك «أخطاء فاحشة»، من قبيل: طول يساوي مجموع مساحتين إلخ.

إنه زمن ضائع؟

قطعاً إنه زمن ضائع. إنه، إذا شئت، زمن مصطنع متكلف (أو زمن وهو لا زمن لأنه فقير جداً غير منتج)، مخصص للرياضيات وفي الوقت نفسه ضائع كلياً. وقد يقول قائل شيئاً آخر عن زمن ممارسة الرياضيات ممارسة حقيقية: إنه قد يكون كذلك زمناً ضائعاً (غير منتج عملياً)، ولكن يمكن أن نسترده فيما بعد[1]، وهذا أمر آخر.

إذاً، لكي لا نكون بروستيين(٢) في الرياضيات، ولكي نتجنب الحكم على أنفسنا بالبحث عن هذا الزمن الضائع، فقد تكون هناك طريقة تمكننا

(١) أي سيؤتي أكله فيما بعد عندما يجد تطبيقاً عملياً.

(٢) إشارة إلى مارسيل بروست وكتابه «البحث عن الزمن الضائع».

من تجنب فقده. ولا شك أن لديك فكرة مهيأة عن ذلك، وعن ممارسة تكون أكثر أهلية لاستخدام الزمن في تعلم الرياضيات.

بل ما يلزمنا هو العكس، هو محاولة لأن نكون بروستيين، أعني أن نكون لأنفسنا ذاكرة نوعية في الرياضيات مبنية على ذاكرة التلميذ، ثم نحاول بعد ذلك أن نقول كيف تكون ذاكرة الرياضيات. يبدو لي أنه عندما يكون الزمن المخصص للرياضيات هو زمن حقيقي (أي غير ضائع) فإن هذا الزمن هو الذي ينغرس في ذهن التلميذ، وهذا ما أدعوه عملية «الغرس». وهو زمن يُنسى، لأن الرياضيات تُنسى. ولكن لا يوجد سبب لدى التلميذ لحفظ النظريات وحل المسائل، ما دامت اهتماماته ستدفعه إلى مجالات أخرى، وما لم يمارس الرياضيات يومياً. حدث أن سألت طالباً كان يأسف لأنه لا يذكر تعريفاً أو نظرية، إذ قال: «كنت أعرفها منذ شهر مضى»، فسألته: «هل اعتدت أن تتحدث عنها مع أبويك عند تناول الغداء؟»، فضحك عندئذٍ وأجاب: كلا، وكأنه يريد أن يقول: «هذه أمور خارجة نهائياً عن شؤون الحياة، ولا يمكن أن ترسخ في شيء من قبيل ذاكرة مشتركة عند الناس». فتكوين هذه المفاهيم بالتالي، هدفه بالتحديد هو أن يجعلها **ضرورية**، وهذا ما أدعوه **الغرس**. وبإمكاني أن أعطيك أمثلة على ذلك، وهو ما رأيته منذ زمن ما زال حديثاً في أحد كتب الشهادة الثانوية حول الجذور التربيعية. هذا في حين أن الجذور التربيعية التي أود الحديث عنها موجودة في برنامج الصف الثالث الإعدادي. فبعد أربع سنوات، يتأكد الأساتذة أن التلاميذ لم يتمكنوا من هضم هذا الشيء. ويبلغ بهم الأمر أنهم لم يتساءلوا مجرد تساؤل عن السبب. وحتى إذا تساءلوا لا يتمكنون من إعطاء جواب. وإليك ما ورد في كتاب الشهادة الثانوية: «إن الجهل بتعريف الجذر التربيعي هو مصدر العديد من الأخطاء». هذا صحيح، ولكن لماذا؟[1] لا بأس، الآن عند طرح هذا السؤال، نستطيع الحديث عن عملية

---

(١) إن التعريف الذي ورد في كتاب الصف الثالث الإعدادي هو: الكتابة $\sqrt{س} = ع$ لها ثلاثة معانٍ معاً: (س ≤)، (ع ≤ ، ع٢ = س). فالمؤلف لم يحسن شيئاً أفضل من ترسيخ الجهل بالمفهوم، وذلك بإهماله نهائياً مسألتين مختلفتين: أ – س ≤ . هو شرط وجود جذر تربيعي في مجموعة الأعداد الحقيقية، إذ إن فكرة ولو مختزلة عن مجموعة أخرى هي مجموعة *الأعداد العقدية* – وهي ما يمكن التطرق إليها في الصف الثالث الإعدادي – حيث يوجد جذر تربيعي للأعداد السالبة، هي ضرورية لكي نجعل الطلاب «يتمثلون» مفهوم الجذر التربيعي، ولكي نغرس في عقولهم (عن طريق التعابير: حقيقي، تخيلي، ←

ضرورية قطعاً، وأعني بها «صرف» كمية من الوقت غير المضغوط، تساعد على تأسيس هذا المفهوم حتى يصبح شيئاً ملموساً ..... قد يُنْسى، نعم، ولكن يمكن العثور عليه من جديد. فتلاميذي يعرفون أن من الضروري حتماً أن يحملوا معهم دفاترهم كلما أتوا إلى الصف. لأن المفهوم، بعد إعطائه، حتى وإن نُسي، أمكن بعدئذٍ إعادة تكوينه بسرعة أكبر. وهناك مثل عربي يقول: إذا نسيت أمراً سبع مرات استطعت أن تتذكره في الثامنة. وتعلم الرياضيات شيء من هذا القبيل، شيء يُنْسى سبع مرات، ولكن بعد أن تكون قد تلمست الطريق إليه، الطريق الداخلية. أما إذا كانت هذه الطريق خارجية (مفروضة دون مبرر)، بعيدة عن مألوفك، فقد تنساه مائة مرة دون أن تتمكن إطلاقاً من تذكره. وفكرة الجذر التربيعي تعتمد على عدد لا يستهان به من الأمور، منها مثلاً فكرة المربع: لا مانع، فقد يُدهش البعض عندما نحاول البحث عما يعني «مربع» بالنسبة للطفل، أو بوجه عام، عندما نحاول البحث عن عدد مرات التأكيد اللازمة لكي يصبح لكلمة من الكلمات معنى! وإذا بدأنا نستعين بمعنى، نكون قد بدأنا نستعين بذاكرة، أي بذاكرة شائعة مشتركة. وهذا ما أدعوه «معرفة سابقة». إن عبارة مربع في عبارة «مربع العدد ٣ مثلاً»، لا تعني حقاً مربعاً بالفعل (أي مساحة مربع)، وهذا مؤكد، إذ من العبث رسم كمية. فإذا سألته بالتالي: قل بالضبط، لماذا يدل ما أشير إليه بـ $٣^{٢}$ إلى مربع العدد ٣، فإنه يفتح عينيه دهشة، لأنه لم يأبه أبداً إلى كلمة مربع في عبارة مربع العدد ٣، بل إن هذا الرمز أصبح بالنسبة له ٣ مرفقة بـ ٢ صغيرة. وسيقول لك «ذلك لأنها ٣ مضروبة بـ ٣. وإذا طلبت إليه أن يرسم مربعاً طول ضلعه ٣ ثم سألته ما العلاقة بين مربع ٣ وبين هذه الـ ٩، بدت على وجهه أيضاً علائم الدهشة. وهذا الربط بين فكرة رمز مستحدث وبين دلالة قديمة له، هو ما أدعوه

←

عقدي) فكرة العدد الحقيقي التي لا تزال مفككة. ٢ً – ع ≤ . هو شرط للتعريف، إذ عندما يعلم التلاميذ وجود أعداد موجبة وأعداد سالبة، يستطيعون فهم أن العدد ٤ يمكن أن نعين له جذرين هما – ٢، + ٢، وأننا نختار الموجب وحسب لكي نتجنب الالتباس بالتعريف أو لكي نجعل التعريف واضحاً محدداً لا لبس فيه. ولا يوجد بين هذين الشرطين (١ً) و (٢ً) أي تكافؤ. كما أن الطريقين إلى غرسهما، مختلفان، ولا يمكن السير فيهما إلا بعد غرس مفهوم الجذر التربيعي «هندسياً»، وذلك باللجوء إلى القياس حيث تبرز فكرة جذر وفكرة مربع (هناك عودة إلى ذلك) (حاشية المحدثة ستيلا باروك).

«بالعودة إلى القديم»[1]. ذلك لأن المربع يرتبط في ذهن التلميذ بعلاقة مع محيطه، بينما فكرة الجذر التربيعي نفسها التي تعتمد على عملية عكسية، وبالتالي صعبة، لن يكون لها أساس. ما لم نبحث في ذاكرة التلميذ عما يعنيه هذا المربع وما يمثله بالنسبة له، وما لم تُخْل أيضاً فكرة المحيط من ذهنه، لأنها فكرة تسد على التلميذ طريق الفهم وتحجب عنه فكرة المساحة، وبالتالي فكرة التربيع والجذر التربيعي. وبعد ذلك لديك أشياء كثيرة يمكن أن تُغْرس، فبعد الخروج من الجذر التربيعي بمفهومه في المكان الهندسي، نلجأ إلى ما أدعوه بذاكرة التاريخ. إذ إن تعريف الجذر التربيعي يقتضي التعرض لمشاكل الإشارة. لماذا؟ لأن الأقدمين اخترعوا، ولكن بعد التصور الهندسي بقرون عديدة، الأعداد النسبية، ولأن هذا الأمر له دوره في تعريف الجذر التربيعي لكي يصبح التعريف على ما هو عليه الآن. فها أنت ترى إذاً ما أعنيه: هناك ذاكرة الطالب التي دعوتها «المعرفة السابقة» التي يجب أن نستعين بها، وهناك ذاكرة التاريخ التي لا غنى عنها ليكون تعريف الجذر التربيعي له معناه وضرورته، ولكي ينغرس في مكان ما من فكر الطالب وذاكرته، ولكن لن نتمكن من انتزاع هذا الغرس بمفهومه القديم إلا فيما بعد، وعند الحديث عن الجذر النوني (أي الجذر من مرتبة ما). وسيرورة «الغرس / نزع الغرس» هي ما أدعوه بالضرورة الداخلية: وبذلك نشرك الطالب في عملية التعلم، لأننا نكون قد أشركنا ذاكرته فيها. كما أننا أشركناه في سيرورة تاريخية، لأنه انساق في تسلسل المفاهيم على النحو الذي أمكن للتاريخ أن يفرزها فيه. ولا أعني بذلك أن من الضروري دائماً اتباع مجرى تاريخي، بل أعتقد أن التاريخ يجب أن يدخل في حسابنا في حدود إنتاجه للقضايا التي أنتجتها.

> لقد عارضت الزمن المصنع (أو المقدر) الذي تحدثت عنه منذ قليل بزمن حقيقي هو زمن التلميذ. ولكن قد يكون لدينا من الأزمنة على قدر ما يكون لدينا من التلاميذ. أفليس في تعدد الأزمنة هذا صعوبة تربوية؟

قولك هذا صحيح كل الصحة، بل قد يشكل اعتراضاً. ولكننا نجد بعض الثوابت. فما قلت عنه إنه زمن غير مضغوط، هذا الزمن، أجد أن ضرورته ملزمة (مطلقة) عند جميع التلاميذ. فعندما يكون هناك مثلاً مفهوم غير مستقر، قلق، أعود إلى

---

(١) كان القدماء يفهمون كلمة مربع ٣ هي مساحة مربع ضلعه ٣. ومربع الوتر هو مساحة المربع المنشأ على الوتر. وكانت الكلمة المستعملة عند العرب هي المال، والمال يعني (على الأغلب) مجموعة الإبل في عرصة مربعة الشكل.

الوراء في الدفتر، فأجد أنه كان من واجبي أن آخذ حاجتي من الوقت لأقوم بشيء لم أفعله. وهذا أمر مثبت قطعاً. إذ هناك ممرات إجبارية، كما نجد أمامنا فضاء أو مدى (لابد من اجتيازه). بالفعل، لأن هذا الزمن هو زمن فضاء نفسي، فلا يمكن تعويضه أبداً (إن العقل بحاجة لزمن معين لكي يدرك مفهوماً معيناً). وهناك مفاهيم هي مؤسِّسة لمفهوم أكثر تعقيداً، ولابد من المرور فيها واستعادتها. ولكن يبدو لي فعلاً أن هناك وتائر مختلفة، من الجائز أن نتمكن من جعلها متجانسة في صف واحد، وذلك باعتمادنا على ذاكرة مشتركة عند جميع تلاميذ الصف. فنحن في الصف أمام مجتمع صغير، عالم صغير. وقد يبدو ما سأقوله غريباً. إن كلمة «مُنْتَج» مثلاً لا تعني الشيء ذاته في معهد من معاهد الضواحي وفي حي من أحياء باريس، وهي بالنسبة إلى بعض الأطفال قد تعني السائل المبيض «ماء جافيل» مثلاً، بينما هي بالنسبة للآخرين تعني نتيجة شيء ما. فنحن مضطرون إذاً للقيام بعملنا اعتماداً على الذاكرة الجماعية التي قد تتطلب الوقت نفسه بالنسبة للجميع، ولكن تظل هناك وتائر مختلفة. إن ما أستطيع قوله هو ببساطة: لقد تبين أن تكوين معظم المفاهيم، أو الزمن اللازم لنضجها، ليس له عمر معين. بمعنى أن الشرح هو ذاته سواء أكان موجهاً لشخص عمره ١٢ عاماً أم ٥٠ عاماً، فخطوات الشرح هي نفسها لا تتغير في الحالين.

عند هذه النقطة من حديثنا، أود أن أسألك عن الرياضيات، أمن الممكن تعليمها بطريقة مشخصة شاعرية. أعني أن نستعين بالصور، وبالرجوع إلى الواقع. فقد يكون تناولها بهذه الطريقة توطئة مناسبة لنمو القدرة على التجريد التي ستأتي بعدئذٍ. أم أن هذا مستحيل؟

ليس فحسب غير مستحيل، بل يبدو لي أنه الطريق الوحيدة الممكنة. لكن كلمة «مشخصة» مؤهلة لشيء من الالتباس، لذلك أفضل عن قصد أن أقول محسوسة. ولأعد إلى ما قلته عن الغرس عند التلميذ. هناك أمثلة كثيرة متنوعة أستطيع أن أوردها لك. فمثلاً، لا أستطيع أن أتعرض لفكرة القيمة المطلقة دون أن أسترجع مع تلاميذي ما تعنيه فكرة مطلق. ولكي أعطي مثالاً توضيحياً، فقد أسأل أحد تلاميذي هل «العصرية»[1] فكرة مطلقة. عندئذ تنفرج أساريره، فلحسن الحظ أنه يعرف تماماً في تلك اللحظة، ومنذ عملنا سويةً، أننا لا نضيع وقتنا. لأن فكرة مطلق تعارض فكرة نسبي. والقيمة المطلقة لا تظهر إلا مع الأعداد النسبية.

---

(١) أي الحداثة أو الأمور العصرية.

فالمطلق والنسبي لابد بالضرورة من توضيحهما، نظراً إلى أن القيمة المطلقة، الآتية من «مطلق»، تغدو موجبة عند التعبير الحرفي (الرمزي). وفيما يتعلق بالتناسب، قد أسأل «عندما تقول غير متناسبة، ماذا تعني بذلك؟»، ستتبادر إلى الأذهان مباشرة أشياء كثيرة، وصور كثيرة متنوعة. فمثلاً رضيع غير متناسب الجسم، لماذا؟ لأن له رأساً أكبر من اللازم؟ ولكن لماذا؟ لأن له رأساً. وهذا كل شيء. ولكن لماذا أكبر من اللازم؟ وبعد التفكير، يتوصل التلميذ إلى القول «آه، نعم، كبير بالنسبة إلى جسمه». وتولد في رأس التلميذ فكرة النسبة. وفكرة التناسب وعدم التناسب، ترجع إلى فكرة النسبة، وإلى تساوي النسب أو عدم تساويها. ونتوصل من هذا الحوار إلى الحقيقة، وهي أن كل شيء نسبي، أي كل شيء هو نهاية حكم منطلقة بالنسبة إلى شيء معين. وبعد، تلك هي الرياضيات التي تنغرس في ذهن التلميذ. ويمكن بعدئذٍ انتزاعها كلياً. إذ تصبح القيمة المطلقة مفهوماً رياضياً، إلا أنه متأصل راسخ في مكان ما من فكر التلميذ. وإذا تحدثت عن متجه – وفكرة متجه، فكرة لا يفهمها التلاميذ أبداً – أراني مضطرة لأن أنطلق من فكرة نقطة. «ماذا نعني بقولنا نقطة؟». بالفعل، إن هذا السؤال يطرح قضايا هامة جداً تتعلق بنظرية المعرفة. وربما أدى بنا إلى المكان، لأن كلمة نقطة تعني... إننا لن نتمكن من الإجابة عن ذلك: لأن من المستحيل أن نعرفها رياضياً. فانظر إذاً كيف أدى بنا الأمر إلى المكان الرياضي المجرد. أعني أنه يلزمنا بديهيات، حتى إن رجلاً قد وضع هذه البديهيات. وهو يدعى (فيما يتعلق بالهندسة) هيلبرت. بل قال على سبيل المزاح: إننا بدلاً من أن نفرض «يمر بنقطتين مستقيم، ومستقيم واحد فحسب» لا مانع من أن نؤكد كذلك أنه «يمر بقدحي شراب طاولة، وطاولة واحدة فحسب». فهو لا ينفي أن يكون الرياضي عارفاً ماذا يعني بكلمة نقطة. «وأنت هل تعلم ماذا نعني بقولنا نقطة؟...» أنت تعلم؟ !... فماذا تعني إذاً؟ عندئذٍ يفكر التلميذ، ويبحث. وفي أغلب الأحيان لا يجد جواباً. وهو لا يجد جواباً لأن فكرة نقطة سبق أن أفسدت بما علموه إياه في الصف. وقد يقول: إن النقطة هي عنصر من مجموعة، أو يقول لي: آه، لدي أجوبة جميلة جداً... إنها ما يصنع جميع الهندسة. وهذه كلها أمور صحيحة. فأتابع عندئذٍ «أحسنتم، لنفترض أن أحدهم قال: سنلتقي في هذه النقطة»، وعندئذٍ يصرخون: «آه، هذا موضع». هاكم إذاً، النقطة هي موضع من مستوٍ. وهذا ليس تعريفاً رياضياً، ولكنه شيء ما، شيء يجب أن نعرفه لكي نتمكن بعدئذٍ من شرح ما نعني بقولنا متجه. هذه إذاً سيرورة الغرس ثم انتزاعه. لأن النقطة ستقودنا إلى

كائنات رياضية كثيرة متنوعة ومجردة كلياً، أو هي أشياء مثالية. ولكن لها مع ذلك طريقة غرسها «المحسوسة» التي لا أجد للأسف كلمة بديلة لها. وهذا ما عنيته أنت بـ «المشخص» الشاعري، الذي ينطلق من اللغة، من ذاكرة التلميذ، من المعنى الذي يرتبط عنده بتعبير (يعرفه حق المعرفة) مع احتمال فصله بعدئذٍ عن المعنى الذي سيأخذه في الرياضيات.

جيد، لقد انطلقنا الآن من الزمن، أو من زمن التعلم، الذي كان قد أعيد توظيفه في دراسة الزمن ذاته. وفهمنا ذلك بشكل جيد من خلال حديثك. ولكن، هل تسير الأمور على هذا النحو بالنسبة للمكان؟... قد تقولين: بدءاً من النقطة، ولكن كيف؟ نريد توضيحاً أكثر؟

حسناً، كما تريد. يبدو لي أن في هذا المجال أيضاً، نوعاً من تجاهل المكان في التربية الراهنة. ولسنا في التلفزيون للأسف، وإلا لأمكنني أن أعرض أمامك ثلاث صور متتالية من كتاب مخصص للصف التحضيري، حيث تمثل الصورة الأولى مهرجاً بساقيه اليمنى واليسرى، وساقه اليمنى إلى يسار الناظر، واليسرى إلى يمينه. وبعد عدة صفحات، يطلب إلى الطفل أن ينفذ عدداً من الرسوم، وبالتالي في فضاء مجرد، وهذه الرسوم هي عدد من الدوائر إلى اليسار أكثر من اليمين. فاليمين واليسار هنا ليسا اليمين واليسار في المثال السابق. وبعد ذلك توجد صور جانبية لعدد من الدمى الخشبية، مع أسئلة عن اليسار واليمين. ولكن إذا نظرت إلى الصورة، لن تجد لا يساراً ولا يميناً، وإنما أمام وخلف. عندئذٍ تساءلت، من هم الأطفال الذين يستطيعون احتمال تعلم كهذا. إن المربين غافلون عن هذه الناحية، ولم يتبينوا أبداً أن حيزاً إنساني الشكل (له شكل الإنسان) ليس أبداً الحيز الرياضي المجرد نفسه. إن هذا الوضع التربوي، هو الوضع الذي لا يزال – إن جاز لي التعبير – على سوية أرض عراء، إنه سطحي. ولكن، هناك أيضاً موقف خاضع لنظرة شبه بورباكية[1] للأمور، حيث تعد الهندسة «الصحيحة» هي هندسة بلا أشكال، لذلك لا تُرسم الأشكال. ولديّ عدد من الطلاب، يدرسون الهندسة التحليلية، ويجدون معادلات المستقيمات، ويجدون الأجوبة وإحداثيات النقط، ولكنهم لا يرسمون أشكالاً. وإني لأرى في ذلك غرابة ما بعدها غرابة! ذلك أن هذه الأعجوبة التي هي الهندسة التحليلية، لا تُعرض على ما هي عليه، جسراً

---

(١) نسبة إلى بورباكي، وهو اسم رمزي لجماعة من المؤلفين أعادوا كتابة الرياضيات كلها في ضوء النظرة الإبداهية الجديدة للرياضيات.

يمتد بين الجبر والهندسة، أو بمعنى آخر، على أنها إمكانية لإعادة بناء الأشكال بعلاقات بين الأعداد! ثمة سعادة حقيقية في الانتقال من الهندسة إلى الجبر وبالعكس، وفي إيجاد إثباتات حرم منها الطلاب. كما لا وجود كلياً للفهم من جهة أخرى. فثمة إذاً زمن – مخصص لتكوين المكان– وهذا الزمن يمر أيضاً بعملية الغرس – نزع الغرس، وبطريقة أكثر وضوحاً، لاسيما أننا نعيش في مكان ليس هو المكان الرياضي. فثمة فصل جذري علينا أن نحققه، بين مكان الحركة والنشاط، وبين مكان الورقة.

نعم. من هذا المثال الذي عرضته، وهذا الجانب الرائع الذي يمكن للتحليل أن يعطيه لمقاربة الهندسة، نتبين بكل وضوح أن الرياضيات هي فرع معرفي مفضل فعلاً لمعالجة هذه العلاقة بين التربية والمكان والزمان سواء وهي موضوع للدراسة أم وهي أداة تربوية. ولكن، هل تعتقدين أن هذه المعالجة يمكن أن تتحقق في المواد الدراسية الأخرى؟ أو بعبارة أخرى، أمن الممكن أن نعمم ذلك على التربية في مجموع الفروع المعرفية الأخرى؟

غالباً ما نُبهت إلى أن ما أقوله بشأن الرياضيات يمكن الاستفادة منه في فروع معرفية أخرى. وإذا كان عليَّ تلخيص موقفي بجملة واحدة، فهو أخذ التلميذ بعين الاعتبار. إذ إن فكرتي المفضلة، إن جاز لي التعبير، هي أننا عندما نغرس معرفة أياً كانت في ذهن أحد التلاميذ، يجب أن نهتم بمفعولها الناتج، وأن نأخذ استجاباته وردود أفعاله بعين الاعتبار. هذا علماً أن معظم ردود الأفعال الملموسة لدى تلميذ جعلناه يمارس الرياضيات، هي أخطاؤه. ثم، إن هذه الأخطاء، أو اكتشاف هذه الأخطاء، أي أخذ التلميذ وأسئلته التي طرحها، منذ تلك اللحظة، بعين الاعتبار، أتاحت لي فعلاً أن أرى ما هما زمان ومكان التعلم النفسيان. وهذه الملاحظة تصح طبعاً في سائر فروع المعرفة. فكثير من أساتذة اللغة المهتمين بالنطق السليم، الذين تحدثت إليهم، قالوا لي إن الوضع ذاته صحيح في اللغة الفرنسية. فهناك كل ما يدعى بالأخطاء المنطقية، أي الأخطاء التي يؤدي إليها بصورة منطقية تمرين اللغة والقياس على تعابير أخرى إلخ. فيبدو لي بالتالي أن أخذ التلميذ بعين الاعتبار، أو بمعنى آخر أن تؤخذ في حقيقة الأمر أخطاؤه وردود أفعاله نفسها بعين الاعتبار بحيث يكتشف أنها ذات مدلول يظهر ما تنبئ به عن منطقه الداخلي وعن ذاكرته، أي عن ممارسته للغة، هو طريقة يمكن استعمالها في سائر المجالات. والآن، إن ما تمتاز به الرياضيات عن كل ما عداها، أو النوعية

الخاصة بها، ليس فحسب ما قلته عن النسيان، بل هو شيء لم أحدثك عنه بعد، وهو أساسي: إن كل معرفة جديدة، تعرض المعرفة القديمة للخطر، وكل مفهوم جديد، يساهم في زحزحة ما كان يعرف سابقاً. فثمة ضرورة إذاً لإعادة تناول المفاهيم السابقة في كل مرة، ولتضمينها في المفهوم الجديد الذي أعرضه. وهذه الضرورة هي نوعية تختص بها الرياضيات. وأضيف إلى ذلك، أننا إن لم نأخذ الوقت الكافي «لغرس»، المفهوم الجديد كما قلت منذ هنيهة، نكون قد خلقنا عند التلميذ معاناة حقيقية، معاناة خاصة بالرياضيات. وأعتقد أن هذه المعاناة هي من الانتشار بحيث أن الجميع قد مروا بها. بينما يستطيع التلميذ نفسه في المجالات الأخرى إعادة تقويم وترميم عدد من المفاهيم في حال عدم نضجها ووضوحها. وأعتقد أن ما يمكنني قوله هو أن تربية الرياضيات تمثل حد السيف في عملية التعلم.

هل تربية المكان والزمان، أو كذلك الاستفادة من المكان والزمان في التربية، يستندان استناداً أساسياً إلى المكان والزمان العقليين عند التلميذ الذي هو في موقف المتعلم؟

قطعاً. ففي معظم الميادين الأخرى – وأستثني ميدان العلوم – يمكن للمتعلم أن يستفيد من كل ما هو داخل في نطاق التجربة المشتركة، الشائعة. وهذا سبب الاختلاف بين شخص عمره ٥٠ عاماً وبين طفل عمره ١٢ عاماً خلال تعلم الأشياء نفسها. فهما مثلاً يصطدمان بالعوائق نفسها تجاه الجذر التربيعي، ولكن ليس تجاه الصعوبات الأخرى: الإحصائية مثلاً، أو مجموع المبيعات، أو المردود. ذلك أن ثمة شيئاً عاشه الشخص ذو الخمسين عاماً، ولم يعشه الطفل. ولكن تجاه تلك المفاهيم الخارجة عن الأمور المعاشة، أو أوشك على القول، خارج الزمن المعاش عند الأفراد، ثمة ما يشبه التكافؤ المطلق. ففي جميع الميادين الأخرى بالتالي: اللغة الوطنية، الجغرافية، اللغات الأجنبية، أو بالأحرى كل ما هو في نطاق ذلك الإعلام المنتشر المحيط بنا، أو تلك الضجة التي نعيش في وسطها، هي أمور يمكن أن تندمج، أو يمكن أن تكوّن جزيئات المعرفة التي بذلت في الصف، ولكن ليس في الرياضيات.

-١٦-

المكان والزمان واللغة

حديث أجري مع جان – كلود ميلنر Jean – Claude Milner، أستاذ اللسانيات في جامعة باريس السابعة.

إميل نويل: إن الحديث عن الزمان والمكان يجري طبعاً على ألسنتنا باستمرار في حياتنا اليومية. ونحن بحاجة إلى لغة يمكنها التعبير عن سائر الملابسات. فهل تهتم اللسانيات بهذا الموضوع؟ ما هي الصلات التي تقيمها اللغة مع هذين المفهومين؟ في الحقيقة توجد فئتان من المسائل: ما هي، من جهة، التأثيرات التي يمكن للمكان والزمان أن يحدثاها في اللغة، ومن جهة ثانية، كيف تتصرف اللغة لكي تعبر عن هذا المفهوم وذاك؟ فهل نستطيع أن نبدأ بالتساؤل كيف يعمل هذان المفهومان عملهما في اللغة؟

جان – كلود ميلنر: أشعر حين يقال المكان والزمان بأن ما يتبادر إلى الذهن مباشرة هو المكان والزمان من حيث أنهما مفهومان – من وجهة نظر كانط مثلاً. لذلك، ربما كان الأجدر أن يطرح السؤال في بادئ الأمر كما لو أن المكان يعني مجموعة من الظواهر. وعندئذٍ يمكن أن يُطرح سؤالك على النحو التالي: «كيف تتدخل مجموعة الظواهر، التي نصنفها تحت راية المكان، في اللغة ؟». وأعتقد أن التفريق بين الصيغتين واجب، إذ من الواضح أننا لو طرحنا السؤال: «هل مفهوم الزمان ومفهوم المكان، ممثلان مباشرة في اللغة؟»، لكان الجواب: «نعم، إنهما ممثلان ضمن نطاق معين فعلاً». ولكن هذا الجواب سيكون مجزوءاً إلى أبعد حد. لأنه يتجاهل مجموعة بأكملها من الحالات التي نجد فيها أثراً لوجود المكان في تحديدات لغوية. وإليك عدداً من الأمثلة: لنأخذ التقابل: قريب، بعيد. من الواضح أن التمييز بين القريب والبعيد في لغات واضحة الاختلاف، أو كون هذا التمييز

يمكن تحديده بالنسبة إلى شيء، تترتب عليه نتائج، بل نتائج لا يشار إليها صراحة على صعيد الدلالات اللغوية المكانية. خذ المثال التالي البسيط جداً: في اللغة الإنجليزية تستطيع أن تشير إلى بعض الحيوانات باستعمال الضمائر الدالة على المذكر والمؤنث، معاً، أي دون تحديد الجنس، الذي يحتفظ به عادة للآدميين. وأما في الحالة العامة فيشار إلى الحيوانات بضمائر حيادية (it, its، لا هي مذكر ولا مؤنث). في حقيقة الأمر، إذا حاولنا أن نستعرض قواعد هذا الاستعمال، يتكون لدينا شعور بأن ما نتوصل إليه ليس تشكيل صنف جديد، وإنما هو تشكيل دلالة تشير إلى الحيوانات المقربة، أي الحيوانات التي يمكن أن يقترب منها الإنسان أو التي يمكنها الاقتراب من الإنسان. أما الحيوانات التي تظل بعيدة، وتحتفظ بمسافة بينها وبيننا، فيظل الحديث عنها بضمير حيادي. وهذه الطريقة، تعطي عند التعبير عن الصنف نتائج طريفة. فالعالم الطبيعي مثلاً، سيتحدث عن القط من حيث كونه نوعاً ولا يهتم بقرابة الصلة، بل يتحدث عنه كما يتحدث عن أي كائن حيادي. أما إذا كان المتحدث هو صاحب الحيوان، فيتحدث عنه بضمير المؤنث أو المذكر (he, she إلخ)، لأن باستطاعته أن يأخذه في حضنه ويقترب منه. وفي هذا المثال، لدينا طبعاً دلالة خاصة. ولكن القاعدة اللغوية، على الرغم من ظاهرها المنفصل عن الظاهرة المكانية، إلا أنها تتعين بشيء يمكن التعبير عنه بعبارات يلعب فيها المكان دوراً حاسماً. وإليك مثالاً آخر، خذ اختلافاً مفضوحاً في لغة كاللغة الفرنسية، مثلاً الاختلاف بين إمكان أن تقول un، وأن تقول du، أو لا هذا ولا ذاك. سآخذ مثالاً بسيطاً جداً: يمكن أن يقال du l'eau (ترجمتها الحرفية «من الماء»، ويراد بها «شيء من الماء»)، ويتعذر القول une eau (ترجمتها حرفياً «ماء واحد»). ويمكن أن يقال un livre (كتاب واحد)، ويتعذر القول du livre (ترجمتها حرفياً «من الكتاب»، أي «شيء من الكتاب» كأن تقول: اشتريت شيئاً من الكتاب الفلاني). وقد يتعذر القول de la blancheur (ترجمتها «من البياض»)، ويتعذر أكثر، القول une blancheur (بياض واحد). وعندما ننظر هنا أيضاً، عن كثب، يبدو لنا أن توزيع الأدوات (الجر والتعريف) يتم وفق معايير على الشكل التالي: هل يظل الشيء المعني، بعد تجزئته، محتفظاً بصفاته؟ خذ الماء مثلاً، إنك تجزئ الماء إلى أجزاء أصغر فأصغر ويظل ماء. ولكن إذا تناولت كتاباً ورحت تمزقه، فلن يحتفظ بعد حين بصفته السابقة «كتاب»، بل

يصبح مجموعة من الأوراق الممزقة. فبحسب هذا الفارق، يكون تحديد الأداة في اللغة الفرنسية (أهي أداة معرفة أم غير معرفة)[1]. ولكن هذا الفرق لا معنى له أبداً في تعبير مجرد مثل «بياض» blancheur الذي لا يخضع لعمليات مكانية بحتة. فالسؤال الذي نطرحه على أنفسنا (بهدف تحديد الأداة)، يمكن تلخيصه بعبارة مستمر / غير مستمر، له صفة مكانية / ليس له صفة مكانية. ومن الواضح أن هذه الأمور هي أبعاد جوهرية جداً للغة، مع أنها لا تبدي مباشرة، لأي فيلسوف للمكان والزمان، وجود تمثيل أو دلالة ظاهرة لهذين المفهومين، علماً أن لهذا التمثيل دوراً فيها. وأعتقد بالتالي أن المشكلة هي في معرفة إلى أي حد يترك المكان والزمان أثرهما في اللغة (وهذه مشكلة معالجتها أصعب بكثير مما يبدو لأول وهلة). لأن هذه المشكلة ليست مشكلة مفهوم، بل هي مشكلة اندماج تأثيرات، أو مشكلة حدوث تأثيرات في قلب منظومات معقدة (أي تندمج هذه التأثيرات في قواعد اللغة بحيث تطمس معالمها). ونستطيع أن نأتي بمثال آخر: لنفترض أن لدينا كلمة، توفق (أو تدمج) مسألة المكان مع المسألة الإنسانية البسيطة جداً، وهي مسألة الوقوف على قدمين (أي تعطي تعبيراً يوحي بالأمرين معاً). من الواضح قطعاً أن اللغات قد تحددت أو أتت على صورتها الحالية، نتيجة لحقيقة أن الكائن الناطق قد اختص بوضع الوقوف على قدمين. من ذلك مثلاً أن لفعل كان (être بالفرنسية، to be بالإنجليزية)، في عدد كبير جداً من اللغات، علاقة بالفعل الذي يعني انتصب se dresser. فهل هذه العلاقة هي تحديد مكاني؟ إنها على كل حال تحديد ممكن (أي أنه تأثر بالوضع المكاني). وعلى نحو ذلك، يكون استخدام بعض أحرف الجر (والظروف)[2]. فالتأثيرات التي يمكن أن تخلفها (في الذهن)، تتعين بظواهر ليس لها بالضرورة علاقة مباشرة، مع المكان. ولكنها تتم عن علاقة غير مباشرة، كالثقالة مثلاً. خذ ظاهرة مألوفة، هي الفرق بين sous تحت وsur على. فإذا قلت إنك وضعت شيئاً على الطاولة (sur la table)، فهذا يعني أنك وضعته

---

(١) يتضح من الأمثلة السابقة أن الأمور تسير في اللغة العربية على النحو نفسه تقريباً، حيث توجد أداة تعريف ولكن لا توجد أداة غير معرفة كما في الفرنسية. فإذا قلت «الماء» فأنت تعني عادة الماء بوجه عام، وإذا أردت أن تشرب تقول: أريد ماء، فالنكرة المنونة هنا كأنها أفادت «شيئاً من الماء» (أي كما في اللغة الفرنسية، حيث يقال ما ترجمته أريد من الماء). والنكرة غير الممنوعة من الصرف، إذا لم تنون، تكون عادة معرفة (بالإضافة مثلاً).

(٢) أضفت كلمة الظروف، لأن الأمثلة تحتاجها. وعلى كل حال توجد صلة قرابة قوية بين الظروف وبين أحرف الجر ولاسيما: من، إلى، عن، على، في.

ملامساً للطاولة، أما إذا وضعت شيئاً تحت الطاولة (sous la table)، فإن هذا لا يعني أنك وضعته حتماً بتماس مع الطاولة. لماذا يختلف مدلولا «تحت» و «على» ولا يتناظران من وجهة النظر هذه؟ لا يوجد، سبب آخر على ما يبدو غير الثقالة. لأنك إذا وضعت شيئاً على شيء آخر، جرته الثقالة إلى التماس معه، أما إذا وضعته تحته، فلن تجره الثقالة إلى التماس معه[1]. ونتيجة للسبب ذاته، يصبح لديك تمثيل مكاني خاضع لتغيرات يمكن فهمها من أمور تتعلق بنظام تصور الواقع. ولا أدري إن كانت النظرية الكاملة بهذا الشأن قد وضعت. ولكن على كل حال، هناك نظرية (تتعلق باللغة العربية) يبدو لي أنها معبرة جداً. وهي تلك التي تجدها عند كانط في استعمال التمثيل التخطيطي schematisme، وهي أساس لنظرية كاملة تجهلها معظم الدراسات الشائعة عن الدلالات.

من هذه الأمثلة، أخذنا فكرة لا بأس بها كيف يمكن أن يترك تصور المكان أثره في اللغة. ولكن يهمنا أيضاً أن نرى الآن كيف تساعد اللغات على تحديد الأمكنة.

هذه مسألة أخرى. فيما يتعلق بتحديد الأمكنة، يوجد في الأساس طبيعتان. هناك نظامان مختلفان: أحدهما تحديد الأمكنة المتمركز عند المتكلم الذي يقول «هنا»، وهو مبني كله على الـ «هنا»، وعلى التقابل بين «هنا» و«هناك». ثم هناك تحديد آخر، وهو ما سأصفه بالنسبي والذي لا ينسب فيه المتكلم الأماكن إلى وضعه هو (أي لا يمكن أن يعد نفسه فيه مركزاً). ومثال ذلك التحديدات التي تعطيها أحرف الجر (أو الظروف المكانية بالعربية) تحت، فوق، فهذه ظروف يكون أحدها على علاقة مع الآخر. والمتكلم يتدخل فعلاً، ولكن التحديد المكاني لا يتأثر بشكل أساسي بوضع المتكلم. وهذان النظامان لتحديد الأمكنة، مختلفان. والمذهل في الأمر هو أن المكان يستخدم النظامين (بحاجة للنظامين).

ألا نستطيع أن نمضي قدماً في إيضاح هذين الجانبين اللذين أشرت إليهما؟

---

(١) كلمة sous بالفرنسية التي تعني تحت، هي في الحقيقة حرف جر، بينما كلمة تحت في اللغة العربية ترد ظرف مكان، ونظيرها الحقيقي هو «فوق» لا «على» لذلك يجب أن نحمل الحديث على أنه عن الفرنسية أكثر مما هو عن العربية.

كما تريد. خذ مثلاً اسم الإشارة البسيط: هذا. من الواضح أنك إذا قلت *هذا الشيء* مقابل *ذاك الشيء*، فإن جميع الأوصاف تتفق على القول إن الفرق يتوقف أساساً على أن الشيء المعني قريب مكانياً، أو بعيد بالنسبة للمتكلم. فالمتكلم هو نقطة الاستناد (هو المرجع الذي تنسب إليه الأشياء). ونستطيع هنا أن نقول بسهولة: ثمة وصل على وضع الكلام[1]. بالمقابل، إذا تحدثت عن كتاب على الطاولة، فهذا الوضع، وضع نسبي لـ كتاب بالنسبة إلى طاولة، كما ألاحظه أنا، لا كما أحدده، ولا كما أحدد وضعه بالنسبة إليّ أنا. فالنظامان مختلفان كلياً.

لنأخذ أيضاً اسم الإشارة هذا. يمكن أن نبرهن بسهولة إلى حد ما أن *هنا* بالنسبة إلى هنا هي في الوضع نفسه تقريباً لضمير المتكلم ي بالنسبة لـ *أنا*. فهذه المجموعة: هنا، هناك، هذا، ذاك، ذلك، أنا، وبعض أزمنة الفعل كالحاضر (المضارع)، تشكل كلها ما دعاه جاكوبسون الموصلات، إذ إنها موصولة فعلاً مع وضع الكلام[2]. وبالعكس، لديك منظومة غنية جداً من أحرف الجر أو الظروف، مع ما لها من دلالات وتأويلات متنوعة، وهي معدة لتمثيل الأوضاع النسبية للأشياء بعضها بالنسبة إلى الأخرى، أي الأوضاع كما تكون غير متأثرة بالمراقب. وهذان النظامان، هما النظامان اللذان يتعاونان على تحديد المكان.

> قد يقول من يسمعك، إن تحديد المكان يتم بسهولة إلى حد ما، ولكن تحديد الزمان، لابد أن يبدو مغايراً لذلك.

الحقيقة لا. إذ الغريب في شأن الزمان هو أنني، إذا ما أعدت استعراض هذين النظامين اللذين ميزت بينهما في تحديد المكان، وجدت أن التمييز نفسه يمكن إظهاره في الزمان. ولكن سيبدو بكل سهولة أن تحديد الزمان المتمركز على المتكلم (مرجعه المتكلم) هو أبعد شأواً في الأهمية. لنأخذ التحديدات التي نستطيع بيسر جداً أن نتعرفها: الحاضر، المستقبل، الماضي. من الواضح أن هذه التحديدات. التي تتشابه مع أبعاد المكان الثلاثة، حتى ليلتبس الأمر بينهما، ليس بينها وبين أبعاد المكان في حقيقة الأمر أدنى صلة. لأن هذه الأبعاد يحددها كلها المتكلم نفسه. فالحاضر، هو اللحظة التي أتكلم فيها، ومن هذه اللحظة، أو من هذه اللحظة الفاصلة بالأحرى، يتعين الحاضر والماضي والمستقبل، هذا إضافة إلى تغيرات

---

(١) أي مع صيغة الحديث: هل المتكلم يتحدث عن نفسه. أم عن شخص آخر أم عن شيء.

(٢) نفس الحاشية السابقة.

كبيرة من لغة إلى أخرى. إذ ليس صحيحاً أن جميع اللغات لها ثلاثة أبعاد، وأن جميع اللغات لها هذه الأبعاد الثلاثة. والمسألة أعقد من ذلك بكثير. أما فيما يتعلق بالتحديدات التي، إن تجرأت، قلت: غير الذاتية، فهي موجودة، ولكنها قليلة جداً. وهذا يتيح لنا أن نوضح ذلك التوزيع، الواضح في اللغة الفرنسية (والعربية أيضاً) والضبابي في لغات أخرى، أي ذلك التوزيع الذي يجعل التحديدات المكانية متمركزة أساساً في جانب النظام الاسمي، والتحديدات الزمانية المتمركزة في جانب النظام الفعلي. فمثلاً ليس لديك مثيل زماني لاسم الإشارة (أي اسم إشارة بدل مثلاً عن /زمن مضى)، إذ إن اسم الإشارة هو شيء متمركز على المكان، على الإظهار العيني، ولا يوجد مثيل زماني للاسم (أي لا يتغير اسم الشيء في الماضي عن الحاضر). وبالعكس، ليس لديك مثيل مكاني للفعل، تكون له مؤشرات زمنية. إذ ليس لديك فعل يتغير شكله وفقاً لتغير المكان، فلا توجد مثلاً صيغة فعل تدل أني «أتكلم هنا وليس هناك»، أي مثلما تتغير صيغة الفعل حسب الزمان فأقول «إني أتكلم الآن وليس منذ لحظة» (لو كان منذ لحظة لقلت «تكلمت»).

هل يعني ذلك أن للمتكلم شأناً في المكان، وأن الزمان خارج عن فعله، عن صنعه؟

يصعب علينا أن نحسم مسألة بهذا التعقيد. وعلى كل حال، فمن الواضح أن اللغات تتأثر، أو ربما تحدد بحقيقة أن ما تعنيه هو شيء موجود في متصل مكاني – زماني، فهي تقنع بهذه الحقيقة وتكيف نفسها معها وتقوم بعملية توزيع: فالعمل مثلاً في لغة كاللغة الفرنسية (والعربية) هو في اتجاه الفعل، وكذلك السيرورة في اتجاه الفعل، أما الاستقرار أو السيرورة المستقرة، فإن تجرأت، قلت إنها في اتجاه الاسم. وسيكون لديك ميل في وقت واحد – ربما لا يحتاج إلى تفسير – إلى تصنيف الزمنية، السيرورية (السائرة في تقدم)، في اتجاه الفعل، والمكننة (أي جعل الشيء مكانياً) أو زمن الاستقرار في اتجاه الاسم (لاحظ أن المصدر في اللغة العربية من فعل ما هو اسم، وأحياناً يقوم بعمل الفعل في الإعراب). ولربما كانت هذه الملاحظة مفتاح المسألة. ولكن تواجهها مصاعب ضخمة جداً، يلعب فيها التغير من لغة إلى أخرى دوراً بالغ الأهمية.

كل ما قيل حتى الآن في هذا الشأن يمكن استنتاجه بمجرد ملاحظة التطبيق العملي. ولكن هل ثمة نظريات لسانية تصاغ بعبارات المكننة مثلاً؟

يبدو أن اتخاذ المكننة لوضع النظريات اللسانية هو أمر يعود إلى تاريخ قديم إلى حد ما، وله على كل حال انتفاضات مستمرة إلى اليوم. إذ يمكن للنظريات طبعاً، أن تتغير، ولكننا نشعر أنها جميعاً تجد لها، بصورة أو بأخرى، شكلاً من المكننة هو بالنسبة للكثير منها، من النمط المشجر (متفرع)[1]. وهذا نمط من المكننة خاص جداً. كما أن الأشجار (شكل التفرعات) يمكن أن تتغير هنا أيضاً. ولكنك ستجد دائماً لهذا النظام (هذا الأسلوب من الصياغة) دروباً وتفرعات (مفارق). وعند هذه النقطة، نواجه سؤالين على غاية من الأهمية. أولهما هو أن نعرف، أيقبل كل شيء أن يُمثل في هذا النوع من الأنظمة، وثانيهما هو أن نعرف: أهذا النوع من الأنظمة ضروري أم لا، ثم أليس هو في حقيقة الأمر، بحد ذاته، تشويهاً لما يراد تمثيله. والجواب عن السؤال الأول معروف ومؤكد. إذ من الواضح الجلي أن التمثيلات المكانية من النوع المتفرع (من نوع الشجر) هي بسيطة فوق الحد، إذ إن التمثيل المكاني المعقد ليس مفيداً بالضرورة. ولكن التمثيل المكاني المتفرع هو على كل حال، شيء، بالتأكيد، غير كافٍ على الإطلاق. أما السؤال الثاني، وهو معرفة هل نحن بحاجة لهذه النواة من المكننة البسيطة. فهو أكثر أهمية من سابقه بكثير، إضافة إلى أنه أصعب. وهناك عدد من الباحثين، مثل رينيه توم René Thom وأنطوان كوليولي Antoine Culioli وضعوا نماذج يمكن أن تكون في نهاية الأمر ممكننة. ولكنها أعقد من الأشجار بكثير. لنأخذ القواعد النحوية التحويلية التي بدأت، وبشكل طريف جداً، بالمكننات الحصرية جداً، وانتهت اليوم أخيراً إلى نظام أفلتت منه المكننة كلياً، فلم تعد المكننة فيها هي الأهم[2]. فإذا استندنا إلى هذه الحقائق، تبين لنا أن تطور هذه النظرية قد توجه نحو انفصال متزايد الوضوح عن التمثيل المكاني وعن الصياغة الشكلية، إذ كلما زيدت فيه الصياغة الشكلية بطريقة ما، أصبح أقل قابلية للمكننة.

ولكن ما الفرق، أليس الوضع أعقد من ذلك أيضاً في حالة التزمين (من كلمة زمن)؟

---

(١) كما في النموذج المسمى modele sylagmalique (النموذج الركني) حيث تولد الجملة بتسلسل يمثل بشجرة بحيث تكون كل عقدة مخصصة لمكون من المكونات الجملة النهائية فيصبح لكل نوع من الكلمات (الأسماء، الأفعال، الأحرف) موضع معين.

(٢) يمكن الرجوع إلى كتاب «الألسنية (علم اللغة الحديث)» تأليف ميشيل زكريا ص ٩٢ إلى آخر الفصل.

يمكن أن أقول إن الوضعية بالنسبة للزمن مقلوبة منذ البدء، إذ إن البعد الزمني/ ظاهرياً، ليس له عملياً أي دور في النظريات. لقد مُثلت الأحداث الزمنية طبعاً، وأعني بها زمن الفعل أو شيء من هذا القبيل. ولكن، في الأساس، كل وحدة لغوية مهما تكن معقدة، ومهما طال حدوث تنفيذها كانت تُتصور على أنها وحدة آنية. وهذا الأمر كان نقطة جوهرية. وفكرة أن بنية الجملة في النظرية ستكون متأثرة بكون هذه الجملة أطول من تلك، هو شيء لا وجود له أبداً، أو إذا وجد. فوجوده ثانوي فحسب. فيمكن القول إذاً إن النظريات اللسانية من حيث كونها نظريات، لا تدخل في حسابها البعد الزمني، ولا بشكل من الأشكال. إن سرعة التنفيذ هي، إن تجرأت قلت، لانهائية، والنتيجة آنية فورية.

أي، ببساطة، لا نعطي أهمية إلا لغاية الحدث اللغوي.

نعم، تسير الأمور كما لو أن المنطوق ينجز كله في الزمن الأخير، وأنه يُعيّن، نتيجة لذلك، جميع الأزمنة السابقة بعملية فعل راجع (تغذية راجعة)، بحيث أننا في نهاية المنطوق، يمكننا أن نعتبر أن كل ما علينا أخذه بالحسبان هو اللحظة الأخيرة، وأن الأمور كلها تتم في هذه اللحظة.

ولكن يبدو من كلامك أن مقاربة المكان ومقاربة الزمان، يجب أن ينظر إليهما على أنهما مختلفتان كل الاختلاف. إذ يبدو لنا، وبشكل مكشوف فعلاً في بعض الحالات، أن لا سبيل للمقارنة بينهما. إلا أننا نرى في ممارسة اللغة نفسها استعارات مبتكرة، فترانا نتحدث عن المكان بعبارات زمنية، ونتحدث عن الزمان بعبارات مكانية. فهل لهذه الاستعارات مدلول، وإذا كان الجواب بنعم، فأي شكل من المدلول؟

حتماً له مدلول! وهو يدل في رأيي على ما يمثل بواسطة اللغة، أي على سيرورات ترجعنا اللغة إليها، والتي هي «الواقع» الذي تمثله أو تعنيه، وذلك مهما كان التعبير الذي تستعمله. وهذا «الواقع» هو الذي يتكون من التشابك الثابت (الدائم) بين التحديدات الزمانية والمكانية. وليس مؤكداً أن اللغات هي التي تولد ذلك التشابك (أو تحرض على تصوره). ولديّ إحساس بأن هذا اللاتماثل المطلق، أو هذا الفصل المطلق، بين النظامين (المكننة والتزمين) هو الذي يظهر بالفعل إذا ما أخذنا اللغات بحد ذاتها، وسيظهر إما على صعيد السيرورات اللغوية، وإما على صعيد النظريات التي توضع لأجلها. فيجب أن نحدد بشكل واضح بارز مستوى

المسألة: إن التبادل ثابت دائم (استعارات مكانية بزمانية وبالعكس) ولكن ليس مبعثه اللغة نفسها، أو حتى اللغات نفسها.

الأمر الذي يعني أن هذه الأفكار أو هذه التصورات (المعبر عنها بالاستعارات المشار إليها)، تعبر اللغة دون أن يكون ذلك ... أو كيف أقول، دون أن يكون ذلك سبباً لاندماجها في اللغة، لكي تصبح جزءاً متكاملاً معها.

لا أدري هل تندمج هذه الأفكار في اللغة أم لا؟ بل ما أقوله إنها ليست مولدة (من اللغة)، أي أن اللغة يمكن أن تحمل مؤشرات هذه الأفكار وبشكل بارز وهام. وهذا يفضي بنا إلى مسألة خطيرة يصعب حلها حالياً. وأظن أن بإمكاننا المضي بعيداً ونحن ننظر إلى المكان وإلى الزمان على أنهما يمثلان باللغات، بطريقة من الطرق، وهما منفصلان أحدهما عن الآخر. وأن اللغات تتلقاهما بشكل ما على أنهما حاويان. ولكني أتصور أن ثمة لحظة آتية، سنكون مضطرين فيها إلى طرح السؤال العكسي: إلى أي مدى يظل المكان والزمان قابلين لأن يمثلا بطريقة مستقلة منفردة بالنسبة إلى اللغة؟ ومن المحتمل جداً أن نصل إلى العكس، أي إلى نتيجة، هي أن الاصطلاحات والتسميات التي تنتجها اللغة عن المكان وعن الزمان هي وحدها التي تساعد على تكوين التمثيل التصوري للمكان وللزمان. وهكذا سنظل نتأرجح باستمرار بين هذين السؤالين عندما نطرح هذه المسألة؟

ألا يرجع بنا ذلك أيضاً إلى الصلات بين اللغة والتصورات العقلية ذاتها؟

نعم، نظراً إلى أن السؤال ينحصر في أن نعرف: هل للصورة العقلية وجود مستقل؟ أليست بالتحديد نتيجة لهذه المعالم التي تكونها اللغة، هنا الصعوبة.

أو تطرح المسألة هكذا: أيهما أسبق، هل تستخدم اللغة للتعبير عن الصورة العقلية، أم أن الصورة العقلية تتولد باللغة ذاتها؟

بالفعل، إن هذه المسألة، ككل مسألة من مسائل الأصل (المنشأ)، قد تكون غير قابلة للحل.

ختاماً لحديثنا، دعنا نعد إلى تلك الصعوبة التي أشرت إليها في عدد من المناسبات خلال هذا الحوار، وهي صعوبة يبدو أنها موجودة في المكان كما في الزمان: أبإمكاننا أن نبت الأمر ونقول إن المكان والزمان يتركان بصماتهما في اللغة، أو بالعكس، إن اللغة هي التي تعين هذين التصورين؟

أظـن أن هـذه فعـلاً هـي الصعوبـة الجوهريـة، والسـبب في ذلـك واضـح. لأننـا لا نستطيع أن نفكر بهذا النوع من المسائل إلا بعبارات الأسبقية المنطقية (وربما كانت اللغات هنا أيضاً، هي التي تجرنا إلى هـذه الصعوبة). فأما مـن الناحيـة الزمنيـة، فنجـد أنفسـنا أمـام المـأزق ذاتـه. إذ إننـا لـن نتمكـن مـن تصـور شـخص لديـه تصـور للمكان وللزمان دون كلام، وبالعكس، لن نتمكن من تصور شخص يتكلم دون تمثيل للمكان وللزمان. تلك هي الصعوبات التي نظل، فيما أعتقد ندور فيها عندما نكون أمام مسألة من مسائل الأصل والأسبقية[1].

---

(١) أستميح القارئ عذراً في إبداء رأيي بـهذا الشـأن. فملاحظـة الحيـوان حـين يجابـه مشكلة تتطلب منه الحل (الشمبانزي مثلاً) الذي يريد تناول طعام بعيد عنه ولا يستطيع الوصول إليه بل إن هناك حالات تبدي فيها القطط والكلاب (الأدنى مرتبة من التطور) نوعاً من الذكاء. ويستدل من تصرف الحيوان عندما يستخدم أداة أو أنه يستفيد من التكوين المكاني، أنه يملك بنية ذكاء إجرائي في المكان، تنبئ عن وجود «تصور» أو ما ليس لدينا في لغتنا نحن بني الإنسان سوى أن نسميه تصوراً من نوع ما» للمكان، هـو تصـور يحتمل إجراءات الزمرة على الرغم من أن الحيوان لا يملك لغة، لذلك يصعب الاعتقاد بأن أفعال الحيوان هي مجرد ردود أفعال آلية محضة مبرمجة في الدماغ كما تبرمج في الآلة الحاسبة، لأن هناك خلافاً جوهرياً بين طريقة عمل الدماغ وطريقة عمل الآلة. ولكن تظل مشكلة التصور الزمني أكثر تجريداً ولذلك كان ارتباطها بظاهرة اللغة أقوى. وهذا لا يعني أن الشعور لدى الحيوان ليس تكثيفاً في لحظة حاضرة لماضٍ قريب ومستقبل آت. وكل تصرف منه هو نتاج خبرات سابقة تأصلت عنده خلال حياته.



رجل عارٍ يهبط على السلم، (مارسيل دوشام)

-١٧-

المكان والزمان وفنون المكان

حديث أجري مع هوبرت داميش Hubert Damisch، مدير دراسات في مدرسة الدراسات العليا للعلوم الاجتماعية.

إميل نويل: لقد كونا صورة لا بأس بها عن السجال بين اللغة والمكان والزمان. فقد كان لابد للغة من أن تساعد على ترجمة جميع معانيهما وظروفهما. ولكنها بالمقابل خرجت من المهمة تحمل بصماتهما. أما إذا تناولنا الفنون، ولاسيما الفنون التشكيلية، فقد نتساءل: هل مفهوما المكان والزمان مواتيان حقاً للحديث عنها. كيف يمكننا الحديث عن المكان والزمان حين يكون الأمر متعلقاً بالرسم والنحت مثلاً؟

هوبرت داميش: إني مرتبك بعض الارتباك من طريقة عرضك للسؤال: فأنا من جهة لا أدري كيف يمكن أن يُطْرَح بشكل آخر، وفي الوقت نفسه أرى أنه سؤال، لا أقول إنه خاطئ، ولكنه مضلل نتيجة للشبه بينه وبين الأسئلة الحقيقية. إنه بالفعل سؤال يأخذ جانباً أكاديمياً، من حيث أنه مبرمج برمجة كاملة بمأثور إنساني أولاً وجامعي ثانياً. إنه يعيدنا إلى نغمة الفصاحة واصطناع البيان في الحديث عن المقارنة بين الفنون، أو إلى ما أعلنه المأثور الكلاسيكي تحت شعار: ut pictura poesis (الرسم والشعر صنوان)، أو حسب صيغة سيمونيد: الرسم كالشعر، أو الشعر كالرسم. وهذه الصيغة أيضاً كلاسيكية، إنها تعني أن الرسم أشبه ما يكون بشعر أخرس، وأن الشعر أشبه ما يكون برسم ناطق. فهذا وذاك لهما غرض مشترك هو المحاكاة. ولكن أحدهما موجه للعيون والثاني موجه للآذان. إن هذا الحديث، أو هذا الموضوع، الذي عبر الثقافة الكلاسيكية كلها، والذي لم تسلم ثقافتنا الحالية من أصدائه، كما سنرى حين نعود إليه حتماً، هذا الحديث أو هذا

الموضوع، ليس أبداً بتلك البساطة التي أرى لزاماً علي أن أصوغه فيها حسبما يقتضي الحال هنا. وهذه البساطة بالتحديد هي نتيجة الأكاديمية التي تطوينا تحت قانونها وترغمنا على المرور فيها وفي دروبها، ولاسيما دروب التبسيط التي تقتضيها. لقد سار ليسينغ Lessing الناقد الألماني العظيم في القرن الثامن عشر، في دروب هذه المهزلة. ولكنه لم يسر إلا ليشير إلى أنه كان واعياً لحقيقة أن للأكاديمية حياة أقسى مما يظن، وأن الأجدر بنا مجابهتها بصراحة بدلاً من أن نذعن لها بمكر كما يحدث في كل مرة (في ميداننا مثلاً) حيث نتساءل عن العلاقات بين الفن واللغة، وعن شروط إمكان الشرح الخطابي، للفن، وفيما يتعلق بالفن *بواسطة الفن*.

(لنفرض ذلك، فهل نستطيع القول إن هناك فنوناً تعد فنوناً للزمان، وهناك فنوناً للمكان؟ لاشك أن هذه المسألة ليست بالبساطة الأكاديمية).

كانت تلك فكرة ليسينغ فيما مضى، وهو الذي نجد عنده أفضل صيغة للمسألة التي تشغلنا. وأكرر القول، إن الشعر عنده كالرسم، فكلاهما فن محاكاة. إن هدف هذا كهدف ذاك هو بعث تصور بأشد حدة ممكنة عند المشاهد أو المستمع أو القارئ. ولكن هذين الفنين يستخدمان وسائل مختلفة. فالرسم يستعمل الأشكال والألوان في المكان، والإشارات التي يوظفها هي إشارات طبيعية. أما الشعر، (ويمكن أن نقول الموسيقى أيضاً) فيستعمل أصواتاً مرتبطة ومتغيرة في الزمان. والإشارات التي يوظفها هي إشارات اختيارية (أصوات رمزية: كلمات، نغمات).

والرسم من جهته يتلاعب بالأشكال والألوان في المكان، ولكنه لا يستطيع التلاعب بهذه الإشارات إلا بأن يراصفها، وأن يضعها كلها معاً لتغدو في آن واحد في نظام تكون فيه إحداها بجانب الأخرى، بمعنى أنه إذا تمسكنا فيها بقاعدة المحاكاة، فلن تعني عندئذ شيئاً سوى الأشياء نفسها المتراصفة المتراكمة، أو الأشياء التي نعرفها على أنها وحدات التزامن معاً، والمؤلفة كما هي بين أجزاء مجتمعة في آن واحد، فالرسم هدفه الخاص إذاً هو الأجسام، بينما الشعر على العكس يسير في نظام التتابعات. والإشارات التي يستعملها أي هذه الإشارات الاختيارية التي هي إشارات اللغة، لا يمكن أن تعبر إلا عن حوادث تتالى، ولذا كان هدف الشعر هو الفعل الحدث، فالشعر يمكن أن يصف مثلاً إطلاق السهم، وثمة تحليل بديع جداً

كتبه ليسينغ عن وصف هومر لنّبال يطلق سهمه، حيث نجد وصفاً لجميع اللحظات المتابعة في هذه العملية. في حين أن الرسم لا يستطيع أن يظهر أكثر من لحظة آنية واحدة من هذه اللحظات. إن الفعل المتتالي المطرد، وكذلك تتالي الأفعال لا تلائم التمثيل الذي يتبع وسائل الرسم، والآن من الواضح أن الأجسام لا توجد فحسب في المكان، بل إن الأجسام موجودة في الزمان، إنها تنتقل وتتعدّل وتغير شكلها، ولا سيما أن العلاقات بينها يمكن أن يطرأ عليها التعديل، كما أن نظام تزامنها يمكن أن يتحول. فكل حالة لحظية آنية، أو كل «تزامنة» كما يقول اللسانيون تحتل مكانها في «متتابعة» أو في تتابع. إني أجد في لعبة الشطرنج تشبيهاً ملائماً لهذا الغرض، حيث يبدو كل وضع من الأوضاع في صورة آنية، إذ يمكن أن نصف الوضع على الرقعة في لحظة معينة بعبارات التزامن، ولكن مع ملاحظة أن كل وضع يحتل كذلك مكانه في سلسلة تربط بين الوضع السابق والوضع اللاحق. فإذا سايرنا ليسينغ في قوله، تحول الرسم من وجهة النظر السابقة إلى رسم لحظة وحيدة من الفعل، أو من السيرورة. فعليه أن يختار إذاً اللحظة الأكثر تعبيراً والأكثر تمثيلاً، أي اللحظة التي تبعث في ذهن المشاهد أفضل ما في مجموع السلسلة، والفرق بين النحت والرسم في هذا الصدد هو -إذا استعرنا موضوع ديسكو بول مثلاً- أن الرسم يمكن أن يمثل رمي القرص في اللحظة التي أفلت فيها القرص من يد الرامي. أما بالنسبة للنحت، فهذا مستحيل، لذا كان على النحات أن يختار لحظة أخرى. وقد أحسن ليسينغ جداً في إشارته إلى المفارقة في تثبيت لحظة هاربة. فالصرخة مثلاً أو لحظة الصراخ، ستدوم في الرسم، فهي تصبح بشكل من الأشكال أبدية، وهذا التفكير كما ترى منظم ومبرمج حسب مذهب هو مذهب المحاكاة. وبتساؤلنا: ما درجة المحاكاة في كل من الأسلوبين، أسلوب الرسم وأسلوب الشعر، وما مقدار الاستفادة المتبادلة بين الرسم والشعر، نتخلص من هذا التردد بين خيارين: الرسم يقتدي بالشعر، والشعر يقتدي بالرسم. ولكننا نظل مشدودين إلى مذهب المحاكاة

ولكن هل يمكن الاحتفاظ حقاً بهذا التعارض بين فن الزمان وفن المكان؟ عندما أنظر إلى رسم يشير إلى حركة – رسم أو نحت لا فرق – يبدو لي بشكل واضح أنني أستطيع أن أحاول تخيل أو تكوين ما يوجد بعد الحركة المثبتة، وأنني أستطيع كذلك أن أكون ما وجد قبلها، بحيث أن هذا العمل أعني الرسم أو النحت الثابت – المثبت، يمكن أن يدخل في عالمه الحركة وبالتالي الزمن.

نعم، لقد أحسنت جداً في طرح المشكلة! فيما يتعلق بالحركة فإني سأعود إليها بعد قليل إذا سمحت. بالفعل، أنا لا أعتقد بأن التمييز بشكل جازم قاطع، بين فنون المكان وفنون الزمان، حسبما يريد لسيينغ، هو تمييز واضح غني عن الشرح. أولاً بالنسبة لما يعلن أنه فنون الزمان، أي زعمه أن الشعر مؤلف من أصوات تتالى حسب البعد الزمني الوحيد، معناه أنه يتجاهل كل شيء له علاقة بتوزيع مكاني صرف. بل يتجاهل كل ما درسه سوسور saussure تحت عنوان الجناسات التصحيفية وترداد الأحرف والمقاطع والأشكال، التي ترسم بطريقة ما بين سطور النص صورة معمارية آنية، أو صورة فن للبناء تابع لنسق الكتابة قد يتفق أن يتجلى للناظر على الصفحة. فإذا لاحظنا على الصفحة ترداد الأحرف التي ترسم شكلاً ما، تجلى هذا الترداد، أو هذا البناء، في النسق الآني المتزامن. وهذا ما عناه سوسور في بحثه حول الجناسات التصحيفية. ويجري هذا المجرى في الموسيقا ما دامت تبدو صورتها حتماً في بنيانها. وتحضرني هنا أسطورة فاليري البديعة جداً التي تخيلها عن أمفيون Amphion.[1] إذ يتلقى أمفيون القيثارة من أبولون، وتحت أصابعه تولد الموسيقى، فنرى الحجارة قد أخذت تتحرك وتتجمع، وكان تجمعها بداية لفن العمارة. إن ما أراد فاليري إظهاره من هذه الأسطورة هو أن العقل مدين لفن العمارة بفكرة البناء ذاتها. إن لعملية البناء آثاراً تتجلى معالمها في التزامن اللغوي كما في التتابع اللغوي على حد سواء. وهناك بناء موسيقي مثلما هناك بناء تشكيلي تماماً، وآثاره تتجلى معالمها على شكل نسق تزامني للأجزاء (وهذا هو فن العمارة تماماً)، مثلما تتجلى في نسق تتابعي (وهذا هو حال الموسيقى أو السرد الخطابي). وفن العمارة الذي تزعم الأسطورة أنه ينهج منهج الموسيقى، مع أن الموسيقى تنعكس فيه بدورها وهذا الفن. يعي وسائله[٢]. وأحيلك حول هذه النقطة إلى كتابات شونبرغ الذي نص على عدد من الموضوعات القوية جداً في هذا المجال والتي تدور حول البناء الموسيقي[٣]. فإذا أمكن لفنون الزمان أن تنعكس في المكان،

---

(١) شخصية أسطورية في الميثولوجية اليونانية وهو ابن جوبتير، وكان شاعراً موسيقياً، وتقول الأسطورة إنه بنى جدران طيبه التي تجمعت حجارها تلقائياً على نغمات قيثارته.

(٢) لا مجال فيه للالتباس، فهو حجارة ولبنات متراصفة متراكمة متزامنة تشكل هيكلاً قائماً يشمله النظر كله معاً.

(٣) سيرد الحديث عن ذلك وعن شوينرغ نفسه في الفصل التالي عن الموسيقا.

وهي تنعكس فعلاً في المكان، فلا بد أن نرى فنون المكان بالمقابل تنعكس هي أيضاً في الزمان.

على أي شكل تنعكس فنون المكان في الزمان؟

لا بأس: أولاً – أقول أولاً لأن عليّ أن أجيب بعد ذلك عن سؤالك حول فكرة الحركة- أولا: على شكل السرد الخطابي، وأعني المقالة التي تتعهد هذه الفنون (بوصفها وبشرحها) إن قول أحدهم بأنه سيصف لوحة من اللوحات هو محاولة لإدخالها في إطار السرد الخطابي، أو صياغتها على شكل خطابي، وذلك وفق أساليب متنوعة تتعلق بالضرورة – لأن المعني في النتيجة هو السرد الخطابي وفق نظام التتابعات. وتوصف اللوحة في ترتيب معين وفق مسار معين. ومسألة الصياغة السردية هذه، يبدو أنها إحدى المسائل الكبرى التي تطرح اليوم على كل هؤلاء الذين يهتمون بالفن. والمسألة هنا – أقولها ولا أتراجع – هي بالنسبة لي، إن لم تكن باطله، فهي على الأقل مزيفة مصطنعة كما قلت منذ قليل، ويأتيها الباطل والتزييف من كونها قد برمجت وصيغت بذلك القول المأثور الذي ذكرتنا به: «الرسم والشعر صنوان»، والذي أصبح علاوة على ذلك، في عالم النسيان الكامل لنقد ليسينغ. وهكذا خلصوا إلى تشبيه اللوحة بنص، وفي الوقت نفسه، تشبيه النص بنظام للقراءة. إن التعبير الدارج «قراءة لوحة» يعني في الأصل أن يعرف المرء ما فيها حسب البعد الخطي المتتابع الذي هو بعد اللغة. ولو أردنا للوحة من اللوحات أن تخضع للقراءة وفق نظام الأشكال الذي تفضي إليه، لوجدنا من بين الأشكال ، نظاماً لأشكال مميزه هي الأشكال الروائية. ووصف الشيء في الأصل يعني أن تروي عنه أوصافاً ينقلنا كل وصف منها إلى حدث لاحق فوصف خط من الخطوط في الهندسة، يعني في الأصل أن تتبع حركة نقطة عليه. وحقيقة الوصف نفسها تعني بالنسبة للسرد الخطابي أن تحاول الكشف عن الانطباع الذي يولده في اللوحة ليجد فيها خطأ لسير الوصف. ذلك هو بطريقة ما، هو الوصف.

حسب منطقك هذا الذي عرضته، يكفي أن أنظر إلى اللوحة لكي – إن صحّ القول أزمنها (أصفها في ترتيب زمني) إذ إن انتقال نظري على اللوحة سيسير وفق «سهم الزمن». وهكذا يصبح وصف اللوحة هو ما يرويه نظري عنها.

نعم إني أفهم وصف اللوحة على نحو ما قلت، وقد أعجبتني هذه الفكرة: رواية نظري عنها . ولكن المشكلة هي أن هناك رواية النظر من جهة، ثم هناك النظر إلى

الرواية من جهة أخرى، أو إلى ما هو مروي في اللوحة. وبوجه عام، بل في أكثر الأحيان، نهتم في الرسم، بالدرجة الأولى، بما ترويه اللوحة عن نفسها، ونتساءل: ما الذي تريد أن تمثله هذه اللوحة: إن السؤال الذي نطرحه على أنفسنا أمام لوحة ما «ما الذي تمثله هذه اللوحة؟» هذا التساؤل (بالنسبة للرسم الكلاسيكي عامة) يكافئ التساؤل: عن أي قصة تحدثنا هذه اللوحة، ما الذي تريد أن ترويه لنا، حتى لنستطيع القول إن مقولة الرواية تحتل مكان المحاكاة كما كنت أقول منذ قليل. والحقيقة إن المحاكاة تظل تابعة لمبدأ الرواية، مع أنها معلقة عليها منوطة بها. فلكي نعرف ما ترويه اللوحة، لا بد لهذا الذي ترويه في البدء أن *يشبه شيئاً ما*، أن يحاكي شيئاً ما. ولكي يروي الرسم شيئاً يجب أن يحاكيه. أما الرواية فيمكن أن تأخذ أشكالاً مختلفة، فإما أن يمثل لنا الرسام في وحدة التركيب نفسه، واقعة من التاريخ، ويترك للمشاهدين أن يتخيلوا الوقائع الأخرى، وأن يضعوها بأنفسهم في تسلسلها، وهذا مبدأ الرسم الكلاسيكي النظري إلى أبعد حد. وفي هذا الأسلوب نعثر على شيء مما قلته أنت منذ قليل عن الحركة، بمعنى أن أمامنا مشهداً من التاريخ، ويمكننا أن نتذكر ما الذي حدث قبله، وأن نتخيل ما الذي سيجري بعده، وإما أن يمثل لنا الرسام في وقت واحد، وفي حالة تركيب واحد، مشاهد متتابعه ونلاحظ ذلك حتى في الرسم الكلاسيكي.

أو على كل حال: في رسم القرن الخامس عشر الذي كان مع ذلك خاضعاً مبدئياً لوحدة المكان، فمثلاً، يصور لك الرسام في وقت واحد مختلف وقائع قصة القديس يوحنا المعمدان: رقص سالومي، قطع راس يوحنا المعمدان.. وكل ذلك داخل تركيب واحد. وأخيراً يمكن أن يصور الرسام القصة التاريخية على شكل مشاهد متمايزة متفردة ولكنها متتابعه، وهذه هي الحالة الأكثر تواتراً في العصر الوسيط ونهايته. من ذلك مثلاً بعض فريسكات العصر الوسيط، ولا سيما فريسكات جيوتو الذي كان أول كبار رواة التاريخ في هذا الاتجاه. وهذه الفريسكات تمثل لنا رواية متواصلة، تتوقف عند بعض اللحظات التاريخية المعبرة، وهي تشبه إلى حد ما شريطاً مرسوماً[1] والشيء الهام، هو أن الرسم قادر على أن يعبر داخل تركيب

---

(١) من ذلك مثلاً لوحة يظن أنها لجيوتو، يمثل فيها القديس فرانسوا لحظة تلقيه الندبات الخمس على جسده من السيد المسيح الذي تجلى له، وفي اسفل اللوحة ثلاث مربعات يضم كل منها وصفاً لمرحلة هامة من حياة القديس: حلم البابا بالدعم الذي يحمله القديس للكنيسة، ترتيب الأخوة الرهبان، نبوءته للطيور...

واحد معين عن علاقات زمنية. وقد برهن بانوفسكي – وهو من كبار مؤرخي الفن – برهاناً مقنعاً جداً في رأيي، كيف يمكن للفن أن يمثل التقابل بين الماضي والحاضر، بين شريعة الله القديمة والجديدة، بين العهد القديم والعهد الجديد، ففي اللوحات الفلمنكية التي تمثل زواج العذراء، نرى العذراء وهي تدخل من مدخل يشبه مقدمة الهيكل، في دهليز على الطراز الروماني الذي يفضي إلى كنيسة على الطراز القوطي، مما يبرهن على أن الانتقال من شريعة الله القديمة إلى الجديدة يعبر عنه عن طريق الطراز: الطراز الروماني القديم ثم الطراز القوطي، وهو الطراز الجديد في ذلك العصر. ونشاهد كذلك في ظل النهضة، التعارض بين فن البناء «الحديث»، و كان في هذه الفترة هو فن البناء القوطي، وبين فنون البناء التي سأدعوها التالية للحديثة، الطليعية، التي كانت على نمط فنون البناء القديم. والتعارض بين عهود القوطي وعهود القديم، سواء أكان القديم بمعناه الحصري، أم بشكل محاكاة القديم، هذا التعارض، يمكن أن نفسره بعبارات زمنية، ولكن يمكن أن يأخذ أيضاً شكلاً بارزاً حتى ليرتسم داخل مشهد مكون داخل وحدته. وهكذا ترى الآن أن الرسم كالحلم حسب منظور فرويد، يسعى مباشرة، ومثله تماماً، إلى تمثيل العلاقات التصورية المجردة بطرق شكلية أو مجازية. ولقد تعلمنا الكثير من فرويد في هذا المجال. كما أدى إظهار هذه الوسائل والطرق التي يلجأ إليها الرسم مباشرة لكي يمثل العلاقات التي هي من سوية تصورية تجريدية، إلى توسيع ميدان التمثيل الرمزي بصورة ملحوظة واضحة. فليس من مهمة الرسم أن يمثل الأجسام وحسب، بل إنه يستطيع أن يمثل شيئاً آخر، حتى ليستطيع أن يمثل – وأعيدها ثانية – علاقات من النمط الزمني.

والآن، كيف يتلمس الرسم طريقه لكي يكون في وقت واحد راوياً للتاريخ ومنشئاً للمكان.

لا بأس سأجيبك، ولكن فهم ذلك ليس بهذه السهولة. فالرسم بالنسبة إلى ألبرتي Alberti، الذي كان أول من أعطى شكلاً نظرياً لمذهب عصر النهضة، غايته هي التاريخ، أو ما دعاه storia، كالحكاية الخرافية أو الأسطورة، أو التاريخ المقدس. الأمر الذي يعني أن علينا أن نكون حذرين جداً حين نتحدث عن المكان في معرض الحديث عن فن عصر النهضة، وبخاصة عندما نثير في هذا الشأن مسألة ولادة فضاء تشكيلي جديد. لأن علينا أن نفترض أن المفهوم الذي له معنى عند ألبرتي هو على كل حال: أن المسألة ليست مسألة «تمثيل» المكان بقدر ما هي تكوين

مكان تمثيلي. إن ما يخدعنا هنا (في مجال الرسم) هو أن الرسم يبدو كأنه يستعير وسائله من الهندسة. مع أن الغرض من الهندسة ليست بالضرورة هو المكان على ما هو عليه (بمفهومه العام المجرد)، فهذه فكرة حديثة جداً أدخلت بشكل إجمالي مع ديكارت، أما إقليدس فلم يتحدث من ناحيته عن المكان أبداً. لقد جعلوه يتحدث عن المكان[1]. وما كان يهتم به ليس المكان، بل الأشكال، العلاقات بين الأشكال، نسب التشابه، التناظر، المساواة ولا سيما العمليات التي تجرى على هذه الأشكال بدءاً من الانسحابات إلى التحويلات بمعناها الهندسي الصرف. وهذا يعني أن فكرة مكان التمثيل تحيلنا إلى تركيب الإعدادات أو التجهيزات الأساسية لهذا المكان، أو لهذا التمثيل، إلى الشبكة التي تستخدم ركيزة لمشهد التمثيل. إن تكوين صورة ما بطريقة المنظور يعني بالنسبة إلى ألبرتي أن يرسم في بادئ الأمر شبكة شطرجة (تقسيم اللوحة إلى مربعات) لتكون له أرضاً ينشئ عليها الصورة. وهذه الشطرجة لم يبدعها عصر النهضة، بل كانت شائعة في العصور الوسطى. وقد استعملها عصر النهضة بكثرة، بل في كل مرة كان يهم براوية قصة أو بتمثيل إمكانية عملية تأخذ حيزاً من الزمن، كأن يمثل المجتمع في تحولاته الممكنة المحتملة. وما فعله القرن الخامس عشر في عصر النهضة هو رسم هذه الشطرجة في وضع منظوري، وتأسيسها باعتبارها مسرحاً سيحتل التاريخ فيه مكانه. وفي ذلك شيء مماثل لما درسه جورج دوميزيل Georges Dumezil تحت عنوان La repetitio rerum، وهي شعائر التزم بها بعض الكهنة الرومان الاحتفاليون Les fetiales الذين كانت وظيفتهم أن يفسحوا بعمليات شعائرية مكاناً ليحتل التاريخ فيه بعدئذ (الحرب مثلاً) مكاناً له (فالشطرجة كأنها هذا المكان).

> إن هذه الشطرجة باختصار، ككل نظام مسبق جاهز، تسهل عدداً من الأمور، ولكنها تحد كذلك من أخرى غيرها. وعلى هذا، ما هي الإمكانيات التي تتيحها، وما هي الحواجز التي تضعها؟

إذا كان لنموذج الشطرجة الذي استعرته، مناسبة ما، فهي أنه يرجعنا إلى التعارض الذي أشرت إليه في البداية، وأعني به التعارض بين نسق التزامن ونسق التعاقب.

---

(١) اضطر ديكارت للحديث بشكل مجمل عن المكان عندما نسبه إلى ثلاثة محاور. أما إقليدس فلم يتحدث عن لمكان، ولم يقل إن المكان بالنسبة لي هو كذا. وما يقوله الرياضيون اليوم «إن هذا مكان إقليدي» لا يعني أن إقليدس تحدث عن المكان، بل يعني أن له صفات تنطبق عليها خواص هندسة إقليدس.

فمثلاً، يمكن أن نصف دوراً من أدوار الشطرنج بشكلين، إما على أنه تعاقب اللعبات الخطي المتتالي البسيط، وإما على شكل سلسلة من الأوضاع أو من حالات التزامن (كل وضع متزامن بمفرده). وعندئذ (في الحالة الثانية) يمكن أن نتصور الانتقال من حالة إلى أخرى على شكل تحويلات، فيمكن أن نقرب مثلاً بين لوحتين ليس بينهما في الظاهر أي علاقة، غير أنهما يعالجان موضوعاً واحداً. يمكن مثلاً أن نقرب بين أشكال نرسيس المختلفة كما رسمها كارافارج أو بوسان، وسنرى في كل وضع من أوضاع نرسيس ما يرجعنا إلى لحظة مختلفة من قصته. هذه اللحظة عند كارافارج هي التي نظر فيها نرسيس إلى نفسه في صفحة الماء، وهي عند بوسان، اللحظة التي مات فيها نرسيس واضطجع بجانب الماء. ولكن ثمة تحويل في الوقت نفسه: إن الانتقال من حالة إلى أخرى يتطلب سلسلة من التحويلات، إذ ننتقل مثلاً من شكل الدائرة عند كارافارج إلى شكل خطي عند بوسان، وهذا شكل من الإحالة التي يقوم بها تحويل هندسي، لأن الدائرة إذا مثلتها بطريقة المنظور تتحول في النهاية إلى خط مستقيم. كما تجد في صورة نارسيس لبوسان شيئاً آخر، إنك تجد ظاهرة تكثيف هامة جداً، إذ إن بوسان يمثل في وقت واحد موت نارسيس وإيكو بعد تحوله إلى صخر[١]. إنهما لحظتان من التاريخ. وهذه الظاهرة، ظاهرة التكثيف، التي نجدها أيضاً في أعمال أخرى – في تمثال موسى لميكل أنجلو مثلاً، حيث نجد كما برهن فرويد تكثيف عدة لحظات من التاريخ[٢] – تبرهن على أن مهمة الرسم لا تقتصر على كشف ما يحتل موضعاً في لحظة من اللحظات. فما يحتل موضعاً في لحظة ما هو الاختصاص الأساسي للتصوير الضوئي، فهذا الأخير هو الذي يستطيع أن يثبت آنياً ما هو هارب، ما يفلت في النتيجة من وقع البصر، من ذلك مثلاً مختلف لحظات انتقاله. نذكر هنا لوحة عارٍ يهبط على السلم لمارسيل دوشامب Marcel Duchamp التي تتناول فكرة ميري Marey عن

---

(١) تقول الأسطورة إن إيكو قد حول إلى صخر لإزعاجه جومون زوجة جوبتر، وحكم عليه أن يردد آخر كلمات من كانوا يكلمونه.

(٢) الطريف أن ميكل أنجلو، صور موسى جالساً على كرسي، وكأنه ملك، أو رجل أرستقراطي وبيده الوصايا العشر، وفي الوقت نفسه، كأنه يشير بالحركة والتقدم مثل أي قائد. فهو بذلك قد صوره في مراحل ثلاث، ضابط في قصر فرعون، رسول يحمل الهداية، قائد لشعب. وهذا علماً أن موسى حين تلقى الوصايا العشر كان في الصحراء، حيث لا كرسي ولا من يحزنون، بل راعي عند شيخ قبيلة.

مسجلات الأوقات chroncgrammes وفيها نشاهد في آن واحد مختلف مراحل الحركة ممثلة على اللوحة.

حتى الآن لم نصل إلى ما يسمى الفن المعاصر. لذلك سأسألك: هل يجدد الفن المعاصر نسبياً في هذا الاتجاه.

قلنا منذ قليل كلمة عن لوحة العاري الذي يهبط السلم. ولكني لست متأكداً أن هناك تجديداً في هذا الميدان، لذلك سأجيب عن سؤالك كما لو أن هناك فعلاً تجديداً في الفن الحديث. إنني أعتقد أن هذا الإجراء الذي كان في الأصل من صنع المستقبليين، والذي يلجأ إلى تمثيل مختلف اللحظات المتعاقبة كأنها متوافقة، هذا الإجراء يحمل معه شيئاً من السذاجة. فحتى لو كانت النتيجة جميلة جداً في أغلب الأحيان ومغرية جداً ومحرضة للفكر إلى حد ما، إلا أن فيها تلك الفكرة الساذجة بعض الشيء، وهي أن بالإمكان إدخال شيء في الرسم يشبه البعد الرابع المخصص للزمن. إن ما يهمني أكثر من هذا في الفن المعاصر هو عدد من الإجراءات التي تأتي في مرتبتين: تقوم الأولى منهما على رغبة هذا الفن في ألا يحد الرسم نفسه في مجال المحاكاة أو في ترجيع أصداء التأثيرات. وهي المهمة التي كانت إجمالاً ميزة المدرسة الانطباعية. إذ إن الانطباعية تحاول فيما تحاوله ترجيع تأثيرات الضوء. بينما سيكون المراد على العكس، هو أن يحدث الرسم تأثيرات هي المكافئ للتأثيرات الضوئية، أو تأثيرات تتطلب بالتالي لحدوثها بعض الوقت، وذلك مهما كان هذا الوقت ضئيلاً. وكون هذا الوقت ضئيلاً، قد يكون على درجة كبيرة الأهمية، لأن العلم، كما قال عدد من الفيزيائيين قد تقدم أكثر ما تقدم في أثناء هذه الأويقات الصغيرة (اللحظات الخاطفة) بالتحديد، أو في هذه الحوادث الصغيرة جداً التي وجهت انتباهه إلى ما يمكن أن يبدو فيها من تجل سام علوي. لقد تمت الموازنة في الفيزياء مثلاً بين الظواهر الاهتزازية المرتبطة باللون ووظيفة الساعة. وأصبح كل لون يقابل وحدة زمنية معينة، إنه يهتز مدة من الزمن. ولكن ليس من وظيفة الرسم أن يعرف أموراً كهذه. إلا أنه سعى أخيراً مع الانطباعية المحدثة، ومع التنقيطية بشكل أوضح، إلى تأثيرات لها طابع زمني. ويتجلى ذلك بشكل أوضح أيضاً مع التأثيرات الحركية التي تحاولها بعض الرسوم. فالرسم، منذ شروعه في اللعب بتأثيرات التكاملية التي لا يمكن أن تحدث إلا في زمن، وبممارسة لعبة الوهم البصري ليوحي بالحركة، يصبح لعمليته حتماً محل في الزمن. ويهمنا جداً أن نشير هنا إلى هذا النوع من الرسم بالتحديد، الذي يدّعي

إحداث تأثيرات حركية تأخذ بالتالي مجالاً زمنياً، وذلك اعتماداً على شكل (وهو بطبيعته) متزامن. هذا الرسم أطلق عليه اسم التزامنية (الرسام ديلوني Delaunay مثلاً). وأظنني في ذلك قد أجبت الآن إلى حد ما عن السؤال الذي طرحته في البداية. والنوع الثاني من الإجراءات التي ربما كانت تهمني أكثر من سابقتها، هو تشديد الرسم الأميركي العظيم في الخمسينات وإصراره (ولا سيما عند بولوك Pollok) على حقيقة أن الرسم يجب أن يكون حدثاً. وهذا أمر غير مستغرب بالنسبة لأمريكي، لأن كلمة painting في الإنجليزية تعني في الحقيقة عملية الرسم (أو حاضرها) أو فعل الرسم (present participle of "paint') فهي تدل على شكل إطرادي. فالرسم لا يوجد إلا عند ارتسامه، أي من حالة كونه حدثاً. ما هو رسم بولوك؟ إنه تسجيل السيرورة التي يتولد فيها الرسم. إنه تلك التداخلات والتشبيكات المتتالية التي تولد الرسم. وأظن أن في هذا الفهم، أي منذ أن يبدو الرسم أثراً أو نتيجة لتولده الخاص، لن يعود عندئذٍ مديناً بشيء للمحاكاة. ولكن هناك ما هو أهم من هذا، فمنذ أن يظهر الرسم على شكل حدث أو فعل، فإنه يهدم كلياً ذلك التعارض الذي حاول بعضهم أن يقيمه بين فنون هدفها الحدث وفنون هدفها الأجسام. فالجسم هنا أصبح ذاتاً، أي ذاتاً للحدث الذي يشكل غاية الرسم ويعرّف الرسم من كونه غاية.

-١٨-

المكان والزمان وفنون الزمان

حديث أجري مع دانييل شارل Daniel Charles، أستاذ في جامعة باريس الثامنة، مدير قسم «الموسيقا».

إميل نويل: إن هذا التفريق بين فنون المكان وفنون للزمان هو ولا شك تفريق إعتباطي كما أشرنا في الحديث السابق. ولكن لا مانع أبداً من أن نستعمل في وصف الفنون التي سنتحدث عنها اليوم، التعبير: فنون الحركة. فهذا التعبير يعني أن هذه الفنون تترابط وتتلاحق حول معايير زمنية. وأن الزمن بالنسبة لها مادة أساسية. ولكن معظمها لن يكون له وجود بدون المكان. وما عنيته هنا بالتحديد هو الرقص. ولكن هل ترى من المناسب أن نضعها وجهاً لوجه أمام ذلك المفهوم المزدوج مكان – زمان، للمقارنة بينها وبينه.

دانييل شارل: نعم، أعتقد أن هذه المقابلة مناسبة جداً وفي محلها. ولكن يبدو لي أن هناك مؤلفاً كان قد أجاب جزئياً عن سؤالك، وهو أدورنو Adorno. فقد انصرف هذا إلى *الصلات الموجودة اليوم بين الموسيقا والرسم* – وهذا عنوان نص شهير لأستاذ من فرانكفورت – ليخلص إلى النتيجة التالية، وهي أنه إذا تحدثنا حديثاً جدلياً عن الموسيقا، نقول إنها كلما كانت هي ذاتها، أي هي موسيقا، وأمعنت بالتالي نحو جوهر ما هو موسيقي، كانت أمضى توسعاً في غزو المكان. وبالعكس، كلما كان الرسم أقرب إلى غاية ما هو عليه الرسم، كان طابعه الموسيقي أعمق تأصلاً، أي أخذ صفة زمنية أقوى. وبذلك أصبح لدينا تصالب، أو مبادلة في

الصلة، أو صلة على شكل صليب القديس أندريه(١). ويجدر بنا أن نفهم أن الموسيقا والرسم لم يفصلا اليوم إلا فصلاً مصطنعاً، والذي قام بذلك هو مذهب في علم الجمال لم يضع فنون الزمان وفنون المكان كلاً في طرف إلا على نحو تقليدي – وهذا ما يدينه عصرنا اليوم عن حق كل الحق. وموضوع الرهان الإشكالي بالنسبة لأدورنو لا ينحصر في تصالب الفنون، بل يتعداه إلى تصالب دعائمها وقواماتها وموادها، أي يتعداه في النهاية إلى البعد ذاته الذي تحاول هذه الفنون إظهاره جاهدة. ويبدو لي أن علينا المضي إلى أبعد حتى من ذلك، إذ سنشاهد عندئذ أن هذه الأبعاد هي في الحقيقة متشابكة ومتداخلة وأن هناك في حقيقية الأمر «فضاء لعبة زمنية» وذلك حسب تعبير هيدغر Zeit – spiel-raum أو بالحرف الواحد: «لعبة من المكان والزمان». والموسيقا اليوم – التي سأتخذها على أنها الفن المناسب لنا أكثر من غيره – هي عند عدد من المؤلفين، تحاول أن تصنع لنفسها هذه اللعبة ذاتها من المكان والزمان. وما نستطيع أن نذكره دائماً عن أدورنو هو أن الأبعاد هي على نحو ما، الأساس، وهي في الوقت نفسه، في كل حالة (كل بعد) ما يجب أن ينفيه البعد الآخر لكي يظهر الأول على حقيقته. وفكرة أدورنو هذه، إن صح لي القول، تحققها الحياة في كل يوم، إذ يكفي أن نأخذ أمثلة من الموسيقا الحديثة العهد جداً، فنلاحظ أنه إذا كان الفضاء (المجال أو المدى) الصوتي قد «قُدم على غيره» فيما مضى عند غابرييلي، أو عند سترافنسكي، فإن المسألة اليوم لم تعد كثيراً مسألة «محاباة» أو تحيز. لقد وصلت الموسيقا اليوم فعلاً في مسيرتها إلى شكل من إدانة الفضاء الصوتي، وهي تصنع لنفسها مآثرها، بل تصنع مآثر تستفيد من كل وسائل الإعلام، فهي تستعير من الفيديو كما تستعير من النحت، أو من الرقص، أو من المسرح عامة، عناصر لم يكن لها وجود في البدء في الإنتاج الموسيقي الكلاسيكي(٢).

وجدت وأنا أستمع إليك، ولاسيما عند الموازنة بين الموسيقا والرسم، أن عليّ أن أفهم بأن الموسيقا هي التي تبدو لك خير مثال، أو هي الفن النموذجي للحديث عما نحن معنيون به هنا. لا بأس، لنأخذ الموسيقا، ولكن أيّ موسيقا تعني؟

---

(١) القديس أندريه هو أخو القديس بطرس، صلب على خشبة لها شكل إشارة الضرب.

(٢) ستتضح هذه الأمور فيما بعد عند الحديث عن الموسيقيين المعاصرين لذلك أنصح القارئ بقراءة الحديث أكثر من مرة.

هذا صحيح، لا توجد موسيقا واحدة، بل ثمة الكثير. ولو استعرضت الموسيقا تاريخياً لقلت إن الموسيقا المعاصرة، أي الأقرب إلينا، هي التي قد تبدو مسبقاً أكثر الموسيقا دلالة. ولكن كل ما يؤسس حالياً وكل ما يُشغل على صعيد أسس الموسيقا نفسها، أو مسألة جوهر الموسيقا كلها، كان قد عولج فعلاً عند ديبوسي. بمعنى آخر، إن فكرة الفضاء الصوتي، أي فكرة الحركة في فضاء صوتي عملت الموسيقا على شقه وخلقه بشكل ما، هذا الفضاء، لم يتطور إلا في فترة معينة من تاريخ الموسيقا، وإجمالاً في خط انقطاع نظام الطبقة النغمية systeme tonal. ترى كيف حدث ذلك تاريخياً؟ إن القرن العشرين لا يواصل العمل حتماً بشكل مباشر ووحيد على عمل ديبوسي. ففي خارج فرنسة، ثمة شونبرع ومدرسة فيينا. وكذلك الموسيقا السلسلية (التي تستعمل تسلسلات من الـ١٢ بعداً نغمياً) التي، إن صحّ القول تحتل المكانة الأبرز في تاريخ موسيقا القرن العشرين. فقد طورت هذه الموسيقا فكرة وسيطية[1] (بارامتريه)، فحللت المركبات المختلفة لكل صوت بحيث أمكنها أن تعالجها إفرادياً، ثم تركبها. فهي تهيئ وتحلل، ولا تنتقل إلى التركيب إلا بعد الانتهاء من التحليل. وهذه الفكرة الوسيطية ليست أفضل مثال آمل أن أعطيه عن مكننة (من مكان) الزمن الموسيقي[2]. لأن المشكلة فيها تكمن بعدئذ في إيجاد تناظر بين مختلف الوسيطات، ولكنك عندما تقوم بتحليل صوتي وتتأمل في هذا العالم، عالم كل صوت، تلاحظ فعلاً أن بعد الارتفاع مثلاً هو بعد فضائي، وأنه بسبب حقيقته هذه مختلف كلياً عن بعد المسافة الزمنية (المدة، مدة استمرار الصوت: ذات السن، بيضاء، سوداء إلخ) التي ليس لها صفة فضائية إلا في الرمز (المدون على الورق). وتستطيع أن تلاحظ أيضاً أن حالات الهجمة القوية (الانتفاضات اللحنية الموسيقية) وحالات الاشتداد هي حركات فضائية، ولكنها ترتبط بالتقطيع الجملي اللحني، فهي ترتبط بالتالي بأول بعد لأول الوسيطات (الذي هو كما سنرى الارتفاع). إن فكرة السلسلية هي فكرة مجردة تقوم على وضع جميع الوسيطات على قدم لمساواة. فقد ظنوا على حق أو على باطل – والأرجح في اعتقادي أن ظنهم باطل لسوء المصادفة – أن باستطاعتهم أن يساووا

---

(١) وسيطية نسبة إلى وسيط، وهو تعبير يرد كثيراً في الرياضيات ويعني بوجه عامل تغير (أو واسطة أو وسيلة التغير).

(٢) أي إعطاء صفة مكانية للزمن الموسيقي، أو إعطاؤه مدى، أو فضاء كما سنرى في المثال التالي.

حسب قانون واحد للنسب وبدستور واحد للاطراد، بين الوسيطات الأربعة التي ميزوها – وهي في الوقت الراهن: الارتفاع، المدة، الهجمة (الانتفاضة)، الشدة. ولكنهم وجدوا أنفسهم أمام حالات من اللغو العديم المعنى بالنسبة للسمع. لأن فرقاً واحداً في الارتفاع، لن تدركه الأذن بالكيفية ذاتها حين يختلف السياق الموسيقي. وما يقابل فضائياً (أو من حيث المدى) نصف بعد نغمي (نصف المسافة الصوتية من حيث الارتفاع بين درجتين متتاليتين، مثلاً بين «دو» و«ره» على آلة بيانو، أو على كلافسان معدل، ليس له إطلاقاً مكافئ «مستقر أو متفق عليه نهائياً» في مجال المدد. إذاً لا تفهم الأشياء بالطريقة نفسها في مجال هذا الوسيط، كما تفهم في ذاك. فمثلاً يوجد بين ذات ثلاثة أسنان وبين ذات السنين فرق معين، ولكن الأذن لا تدرك هذا الفرق أبداً على أنه يمكن أن يكافئ «مدة أصغرية»، على نحو ما هو الأمر في نصف البعد النغمي بالنسبة للارتفاع. والأذن لا تلائم أو لا تتقبل، إن صح التعبير، جميع أبعاد الصوت بالطريقة نفسها. فلكي يبدو الفضاء الموسيقي على هذا النحو (أي كما أراده أصحاب السلسلية غنياً بارزاً)، نجد أمامنا اليوم مثالاً أكثر جدية من المثال السلسلي، وهو مثال الموسيقا التي سميت «ما بعد السلسلية». فهذه الموسيقا تحترس من الوسيطات وتهجر فكرتها نهائياً. بمعنى أنها تهجر المثل الأعلى لفضاء يعرف بالحساب وحده. وهنا على هذا الصعيد ندخل في نقاش لا تختص به الموسيقا وحدها، بل إنه يمس كذلك فنوناً أخرى. وفيما يتعلق بالموسيقا (وهي موضوعنا)، كانوا يراهنون على طريقة تصور (أو فهم) الكتابة الموسيقية (النوطة) إذ من الممكن دائماً أن ندون، الشدة مثلاً، (في النوطة) إلى أبعد حد ممكن، أو حتى اللا معقول، في متتالية رباعية للبيانو أو خماسية كما هو الأمر في مقطوعات إيبريه لألبينيز أو في سكاربو لرافيل. فإذا أردنا شدة معينة للصوت، نستطيع أن نثبتها على الورق، ولكن هل باستطاعة العازف أن يعيدها كما هي أو أن يؤديها بدقة؟ إن ما أراده المنطق السلسلي بالتحديد هو التأدية الدقيقة الكاملة، الحرفية. والحال أن الوضع تغير مع الموسيقا «المفتوحة» والموسيقا «غير المحدودة» التي تلت عهد الموسيقا السلسلية تاريخياً (أي بدءاً من الستينات تقريباً)، حيث نستطيع أن نقول: إن تعريفاً جديداً للزمان وللفضاء، ولاسيما *الفضاء غير الوسيطي*، قد أدخل في الموسيقا. فقد اهتم الموسيقيون بما دعوه *الزمن صفر*، وبالمثل كان المفروض أن يتحدثوا عن *الفضاء صفر*، أي عن أبعاد لم تعد طيعة للقياس بالمعنى الذي كان يظن فيه أن بالإمكان قياس وتثبيت كل شيء بالحساب وحده. فظهر في هذه

الموسيقا الجديدة، مؤلفات تختلف كل الاختلاف عما هو مألوف، وذلك من حيث تصورها للزمان وللفضاء. ففي هذه الموسيقا، لم يعد هناك تصور للزمان على أنه تتابع أو تتالي «لآنات» (جمع الآن تجاوزاً) معزولة إحداها عن الأخرى، ومأخوذة على أنها أجزاء لا تجزأ من الزمان، بل فتحوا «الآنات» لتدخل إحداها «في» الأخرى، وهذا **مفهوم مكاني**. لأن «الآنات» إذا اتصلت كل واحدة منها بالأخرى، أصبحت تعنى أن سهم الزمن يمكنه التجول في كامل الاتجاهات، لا في اتجاه واحد، وذلك لإمكان آن من **الآنات** أن تفضي إلى الآن التي تليها كما يمكنها أن تفضي إلى التي قبلها. وبالتالي فقد *احتوى الفضاء على الزمان إن صح القول*.

هذا يعني أن هناك فئات مختلفة من «الفضاءات» التي يمكن أن ندرجها في قائمة، ثم نحدد علاقة كل منها مع الموسيقا. وربما كان أول واحد منها يتبادر إلى الذهن، والذي يقع تحت متناول الحس، هو وضع الموسيقيين والآلات الموسيقية في المكان؟

نعم، لقد استغل هذا البعد الذي نتحدث عنه، أو اكتشف منذ القديم، بل في حضارات موسيقية غريبة كذلك عن حضارتنا. وكان الباحثون في موسيقا الشعوب أول من وصفوا لنا تجمعات على مساحات واسعة. ونجد شواهد متعددة على ذلك عبر تاريخ الموسيقا. والمثال الذي يحضرني الآن هو برليوز، لأنه أبرز موسيقيي القرن التاسع عشر الفرنسيين. ففي كتابه *المطول في التأليف الموسيقي الأوركسترالي*، بين أن الموسيقا العسكرية تُؤلف عادة لتصدح في شارع عريض أو ضيق يمكن أن تتدفق الأصوات عبره. فهذه الموسيقا تؤلف تبعاً لمكننة (من مكان) معينة للعازفين. وفي أيامنا هذه بلغت هذه المكننة منزلة مرموقة جداً من الدقة والسمو – من عسكرية وغيرها – إذ يوزع الموسيقيون بين الجمهور مثلاً أو غير ذلك، مما يحقق مطلباً من الوضوح الصوتي. ويمكن أن نعتقد إلى حد ما أن البروز الصوتي يتدخل على شكل وسيط بالمعنى الذي تحدثنا عنه عن الوسطاء. وهذا المفهوم عن البروز الصوتي، من المؤكد أنه كان موجوداً بشكل من الأشكال باستمرار. ويكفي لذلك أن نتفحص كيفية تكون الأوكسترا على مر العصور. إذ كانت بنية الأوكسترا هي مجال التجربة الحي الذي استمر العمل فيه خلال ثلاثة قرون على الأقل، والذي ساعد اليوم بالتحديد على الوصول إلى هذه التغييرات الجذرية وإلى هذه التحسينات في الدقة والرهافة التي حققت، ولاسيما في أشكال الموسيقا «غير المحدودة» بعض الغايات من الوضوح الصوتي.

هناك، بعد كل هذا جانب آخر، نجده في الطرف الثاني من قائمة الفئات المكانية، وهو النص الموسيقي نفسه أو الحبكة الموسيقية.

ولكن الحبكة الموسيقية لا تنفصل مع ذلك عن الجوانب الأخرى. وقد وضعت أنت، بقولك هذا، ما يقع «تحت الفكر» وما يقع «تحت الحس» كلاً في طرف. ولكن المسيرة من الفكر إلى الحس ليست بهذا الطول حتى ولو كان ثمة تعارض. ذلك أنه، من جهة الصلة بين الحواس وبين الفكر، أو حتى موقف الموسيقي تجاه الموسيقا، يميل إلى التغيير. لأنه، إذا كان المقصود من كلمة موقف هو الوقوف على مسافة معينة، أو في وضع معين، من الموسيقا، أو مدى انسجام المؤلف ورضاه مع ما هو منهمك في تأليفه، فإن نوع هذا الشعور أو الرضى والانسجام، مال إلى التعديل عند منعطف القرن التاسع عشر والقرن العشرين. لأني إذا حللت رموز نص موسيقي كلاسيكي، أمكنني عندئذ تتبعه بصورة خطيه، لأن لدي افتراضاً مسبقاً بأن هذا العمل يتضمن بالفعل لحناً مميزاً. ولما كانت كتابة اللحن أو قراءته تحتاج مني كذلك أن أكون على مسافة معينة من ورقة الموسيقا التي أكتب عليها أو أقرأها، لذلك لن أقوم بحركة التراجع التي يجب أن يقوم بها الرسام، حين ينظر بطرف عينه إلى عمله ليطمئن من أن نتيجته تتفق مع ما في *فكره* (أو مع ما كان يتخيله) حين أخذ ينظر إليها من هذه الزاوية مثلاً. ولكن ثمة شيء قد تغير في الموسيقا في مطلع القرن العشرين. وهذا الشيء يتعلق بتغير المسافة المتخذة من الصوت (أو شكل التلاؤم والانسجام معه). إذ إننا نحمل اليوم عن الصوت نظرة مختلفة. وهذه النظرة الجديدة، (أو هذه المسافة)، يمليها علينا الآن، الجرس، جرس الأصوات. خذ مثلاً شونبرغ، فهو حين ألف عام ١٩١١ *المطول في الهارموني*، الذي لم يكن في ذلك العصر بحثاً ثورياً بكل معنى الكلمة، مع أنه أتى على الرغم من ذلك بعناصر جديدة فعلاً. منها أنه تجرأ على القول: إن الارتفاع (ارتفاع طبقة الصوت) لم يعد هو البعد الأساسي في الموسيقا الغربية، ومكانته لم تعد تتعدى كونه منطقة من البعد الجرسي. بينما يشكل الجرس بالتالي مقاطعة (أو إقليماً) واسعاً جداً. لذلك سيعنون في موسيقا المستقبل، كما لاحظ شونبرغ، بتأليف ما دعاه بالألمانية Klangrfabenmelodien، أي ألحان ذات ألوان صوتية أو ذات أجراس صوتية. حيث لن يكون ارتفاع الطبقة سوى لون من الألوان الممكنة للصوت. فالتأليف بهذه الطريقة، هو بالضرورة الابتعاد إلى مسافة معينة من الصوت وهذه المسافة، قد تبدو ولأول وهلة، مكانية. غير أن المقصود هنا هو فضاء معنوي مجرد. ومع ذلك، أنت مجبر لأن تقف «فيزيائيا» (جسدياً) على مسافة معينة من

موسيقاك. وأعظم مثال على ذلك هو مثال الريسيركار Ricercar ذي الستة أصوات، أي فوغ[1] التقدمة الموسيقية ذات الستة أصوات لجان سباستيان باخ، التي وزعها أوركسترالياً فيبرن Webern فهذا الموسيقي الأخير استبدل بالقراءة الأفقية واللحنية لعمل باخ الأساسي، قراءة شاقولية وذات أجراس. وللاقتصار على مطلعها أقول: إن الأصوات الثلاثة عشر الأولى من هذا العمل، أي أصوات الموضوع (أو اللحن) الرئيسي المسمى «الموضوع الملكي» التي هي في الأصل أصوات عر ض موضوع فوغ باخ نفسها، هذه الأصوات/ جمّعها فيبرن كما لو أنها تشارك في كيان واحد موحد. ولكن هذا الكيان يتطلب منا أن ندركه ببروز (بوضوح) ليس من صنع الارتفاع وحده، بل نتيجة لبروز الجرس الذي كونه فيبرن بطريقة هي في وقت واحد تناظرية، وملونة بطريقة تناظرية. بمعنى أن الصوتين الأوليين يناظران الصوتين الأخيرين من الموضوع، وأن الأصوات التالية يجب أن تناظرها الأصوات ما قبل الأخيرة، وهكذا دواليك إلى أن نصل إلى المركز. وهنا قد نتساءل: ما الذي سيحدث في المركز؟ لا بأس، من المركز، كل شيء سيبرز. ففي تصور فيبرن أن جرس الموسيقا المدونة (النوطة) في المركز يجب مضاعفته، لأن الموسيقا ستتوثب منه على الورق، ومن يمينه ومن شماله. وهذه المكننة (أو هذه الصيغة المكانية) أو هذه المركزة، أملاها على فيبرن الخاطر الذي تراءى له فجأة عن كثافة الصوت، أي عن جرسه. فعند قراءتنا لعمل باخ الموزع أوركسترالياً، لم نعد ملزمين بأن نتتبع بالإصبع لحناً معيناً على الورق. إذ لم يعد ثمة مسار خطي، بل هناك إشراف على حقل، أو وقوف على مسافة معينة أو تجاوز للنص نفسه. وعندئذ يمكن لهذا النص طبعاً، أن يصبح مدعاة لتوزيع أوركسترالي، بل يمكن أن يصبح مدعاة للتشذيب وزيادة الرهافة والدقة على صعيد البنية الفردية لكل صوت. والنتيجة هي دفع تمايز الآلات الموسيقية إلى أقصاه، وذلك للحصول على أكبر وضوح في تعبير جرس كل آلة ، وليصدح كل جرس وحده إن صح التعبير. فموسيقا فيبرن من هذا المنظور ليست أبداً في الحقيقة، في قطيعة مع الطبقة النغمية[2]، بل هي في صلة تعميق معها. وكل الأمور تسير في موسيقاه كما لو أن كل صوت أصبح النغمة الأساسية- ولكنها نغمة أساسية بارزة. ولذلك لا يمكن أن نُحسن تعريف فيبرن إلا

---

(١) فوغ Fugue: نوع من التأليف الموسيقي المكتوب بأسلوب (الكونترابوان)، ويشكل فيه اللحن الرئيسي ومحاكياته المتتالية عدة أجزاء منه.

(٢) La tonalite

إذا أحجمنا عن أن نرى فيه ثورياً يمسك بالسكين بين أسنانه، أي شخصاً أنجز القطيعة مع النظام النغمي حين سار في اتجاه العمق، أي حين قرأ قراءة شاقولية ما اعتدنا على قراءته، أو بالأحرى ما أجبرنا التدوين الموسيقي الكلاسيكي على قراءته قراءة أفقية. وحول هذه القراءة الشاقولية عند فيبرن، علينا أن نُذكر باشلار وفكرته عن اللحظة الشاعرية التي رأى أنها على نقيض اللحظة العروضية. فالعروض، هو التتابع، أو هو في النهاية ما اعتدنا عليه، فهو بالتالي ذو بعد زماني فحسب، لكن مع القراءة الشاقولية، يعمل الفضاء (المكان) على «فرقعة» الزمان إن صح القول. ففيبرن يمارس فكرة باشلار، بمعنى أن ما يقترحه هو من نمط استيلاء الفضاء على التصور الزمني الذي كان تصورنا، أو على التصور الزمني للحن.

هذا الذي قلته الآن بشأن الجرس يرتبط بتوزيع الآلات الموسيقية على اللحن حسب خصائصها. وصوت الإنسان، يمكن أن ينظر إليه طبعاً على أنه آلة موسيقية، فهل يطرح صوت الإنسان مشكله من هذا القبيل؟

لا يطرح مشكله من هذا القبيل وحسب، بل إن لنا أن نتساءل: ألم يكن صوت الإنسان أصلاً هو باعث كل هذه المشكلة. كما لنا أن نتساءل عن هذا الحدس، أو هذا الإحساس بجرس الصوت الذي أتيح له أن يتجسد ويبرز على يد شونبرغ عام ١٩١١، والذي أصبح موضع تفكير كل مؤلفي يومنا هذا، أقول، لنا أن نتساءل: ألم يكن هذا الحدس حاضراً في قلب وفي عقل، بل وفي أذن عدد من موسيقيي القرن الثامن عشر، الذين لم يؤلفوا على الإطلاق، كما ألف موسيقيو القرن التاسع عشر، أوبرات ملحنة لأصوات أصبحت منذ القرن التاسع عشر خاضعة لسلطان التوزيع الموسيقي. ففي كل أوبرا وصلتنا من القرن التاسع عشر، لم يعد ممكناً أن يعهد فيها للسوبرانو بالجزء المخصص للكنترالتو (الألتو، هو أوطأ أو أغلظ صوت بين أصوات النساء، أما الكنترالتو، فهو أكثرها حدة). وعلى العكس كانت الأصوات في القرن الثامن عشر ذات وجهين، ويمكن أن تتنكر دون أن يكون لهذا الخلل أي أثر سيء في النفوس (مثلاً: يأخذ الألتو مكان الكنترالتو أو بالعكس). وفي سوق الأصوات كان بإمكان كل مغن أن ينطلق بالغناء بلا حساب، في كل لحظة، وفي جميع الاتجاهات، وعلى كل طبقات السلم الموسيقي. ولكن التخصيص الذي سار حيناً إلى جنب مع توزيع الآلات الصارم المعزز، لم يثبت إلا في القرن التاسع عشر. بمعنى أن الصوت (صوت الإنسان)، ربما استخدم قبل الآلات لاختيار مكننة

الموسيقا (إعطاؤها مدى، فضاء) ولم يلاحظ إلا منذ عهد قريب أن «الكلارينيت» لم تكن كما نعهدها اليوم من أنها مجرد «آلة كلارينيت» بين آلات شبيهة بها ولكن مختلفة عنها وإنما كانت هذه الكلمة «كلارينيت» تغطي مع دلالتها على الآلة التي كانت المنشأ، ثلاثة أشكال مختلفة أو ثلاثة أجراس مختلفة. والحقيقة أن كلاً منا حر في أن يغير صوته، هذا إلا إذا تخصص طبعاً وأخضع للفحص حسب القواعد التي وضعت في نهاية القرن التاسع عشر. وحياتنا اليومية تشهد على هذه الإمكانية لدينا في تعديل الصوت، كما هي حالي اليوم مثلاً، فأنا الآن مصاب برشح شديد. فهذه الإمكانية التي وهبت لنا، ستكون مفاجئة للكثير منا ممن يغنون بطريقة أكاديمية. وهذه الإمكانية يمكن أن تكون باعثاً لإعطاء صفة مكانية للصوت تعبر عن سعته (أو مداه). وهذا ما عنته الحقيقة الأساسية التي مفادها أن الصوت بالأصل هو تضخيم (أو توسيع) للجسم. وبمعنى آخر، على الأستاذ أن يتكلم، وهو يستطيع الكلام مبدئياً، ولكن بطريقة تثير اهتمام التلاميذ حتى آخر مقعد في الصف. ومثل الأستاذ مثل صاحب صوت التينور، فهو لا يستحوذ على انتباهنا، إن لم يتمكن من الهيمنة، لا على الأوركسترا وحسب، بل على الشكل البيضوي لقاعة الأوبرا. أي أن عليه أن يعرف كيف يسمع صوته حتى آخر القاعة. وعلى هذا، نستطيع أن نعرف الصوت (صوت الإنسان) على أنه مَعْبَر، أو على أنه فعلاً استملاك إقليمي (أو هيمنة إقليمية). والصوت قبل كل شيء، هو غناء الطير الذي يحذر الآخرين: انظروا هذه أرضي، ولا يجوز الاقتراب منها. وهناك اليوم مؤلفون مثل أوليفييه ميسيان Oliaier Messiaen وفرانسوا برنارماش، وهو الأقرب إلينا، كانوا قد انصرفوا إلى دراسة تسجيل غناء الطيور. والموسيقا التي ألفوها، تلح في أغلب الأحيان على المركبة الفضائية «من حيث الكثافة» في تركيبات أجراس الصوت. ولكني أود أن أحيي هنا ذكرى موسيقي شاب من أصل يوناني هو ديمتريو ستراتوس الذي مات مأسوفاً عليه منذ ثلاث سنوات (في أواخر السبعينات) في الرابعة والثلاثين من عمره. فقد كان واحداً ممن علقت عليهم الآمال في الموسيقا الجديدة. وكان في الوقت نفسه شاعراً ومؤلفاً موسيقياً ومؤدياً معروفاً على المستوى العالمي. وكان هذا الشاب قد أحيي تقنيات في الغناء تقوم على تعريض (توسيع) المنطلق الصوتي، إلى أن بلغ الحد الذي يمكن أن يغني فيه في وقت واحد «الباص» ومدروجاً أو مدروجين أو ثلاثة في *صوت واحد خافت*، ضعيف. وإما العكس بالتالي، أي أن يغني مدروجاً، ومن المدروج باصاً أو باصين. وهذا يعني أنه كان يصدر في هذه «الأصوات المضاعفة» أو «الأصوات الثلاثية»

مرافقات (accotds) تصاحب الصوت الأساسي. في حين أننا نغني مبدئياً بطريقة خطية. وحين نصغي إلى ديمتريوستراتوس، ونبحث في ثقافات مختلفة عن محاولات مماثلة، نلاحظ أن مناهج ستراتوس في الغناء هي مثل مناهج المونغوليين أو بالأحرى رهبان اللاماالتيبتيين، التي يمكن أن تستعيدها حضارتنا وثقافتنا كلياً. واليوم يدرب الطلاب لبضعة أشهر في بعض أقسام الموسيقا في أميركا (مثل ساند دييغو) على هذه الممارسات الصوتية. فثمة إذاً، كما علّمنا ديمتريوستراتوس نفسه، إمكانيات كانت قد أخفتها الحضارة أو الثقافة. وهذه الأنماط من نشر الصوت (على مدى أصوات متناغمة) كانت، قبل أن تصبح تقنيات، جاهزة في الأصل في حنجرة كل طفل، ثم تسير الأمور كما لو أن اللغة الفصيحة (المفسرة بالكلمات) المرتبطة المتلاحقة، تعمل على إخفائه. ولسنا بحاجة لأن يبلغ بنا الأمر حد اتهام خطية الأبجدية (أي امتدادها في اتجاه واحد) في إخفاء هذه الإمكانيات، بل لنفكر بما يجعلنا نفقد القراءة الأفقية بالنسبة للقراءة على الطريقة الصينية، أي الطريقة الصورية الشاقولية (طبعاً بالنسبة للموسيقا). فلربما وجد فعلاً من جهة الشرق صوت أكثر عمقاً، وعلينا أن نكتشفه، وهو صوت فيه تصالب، سنجده في وسط الطريق الأعظم، طريق الطاو[1] Tao؛ فهذا الصوت، قد نجده فيه بشكل ما تعددية أصوات polyphonie، حتى قبل أن يكتشف الغرب تعددية الأصوات. وعندما ندنو من موسيقا الشرق الأقصى، نصاب بذهول تام من تلك الأغاني التأملية التي تفضي إلى آفاق لم نكن ندري بوجودها، ولاسيما موسيقا التيبت التي عنيتها الآن. فثمة إذاً موسيقا سيجد فيها مؤلفونا اليوم دروساً لهم. هذه الموسيقا هي تلك الألحان التي أعطيت فيها للبعد الشاقولي أهمية تعادل البعد الأفقي. ذلكم هو السبب في أن اللحن (الميلوديا) لم يعد في النهاية أبداً هو المعيار. والغناء بصوت واحد الذي قيل لنا إنه هو الأصل، وهو أفضل الموجود في الموسيقا الشرقية، كان دائماً ومنذ القديم متعدد الأصوات.

منذ قليل أشرت إلى موسيقيين مبعثرين وأوركسترا منتشرة بين الجمهور لتحقيق بعض الميزات، وها أنت تتحدث الآن عن صوت هو ولاشك أكثر كثافة، لأنه قادر على إصدار عدة مدروجات صوتية في آن واحد، ولكنه

---

(١) الطاو هو المبدأ الأول الذي ينبثق منه كل وجود وكل تغير في الكون (أو طريق العبادة الموصل إليه) في الديانة الطاوية المعروفة في الصين. والطاو هو أيضاً سبيل الفضيلة والهداية في الكونفوشيوسيه.

ينتشر ليحدد منطقة إقليمية خاصة. أليس ثمة محاولة لإظهار حقيقة هي أن عصرنا يهتم بالأمرين في آن واحد؟ أليس هذان الشكلان من الانتشار هما طريقتان لمراعاة ظاهرة واحدة؟

أي ثمة تحليل على قدر ما يوجد من الانتشار في الصوت، ولكن هذا يعني عندئذ أن من الممكن اتخاذ مفهوم تحليلي للموسيقا[1]. والتحليل هنا عنيته بالمعنى الذي أوردته عند حديثي منذ قليل عن الجلاء والوضوح في الصوت. وهذا ما يرضي هاجساً معروفاً لدينا، وهو هاجس الترابط والاندماج (التوحيد). إن نصاعة الجرس التي تحدثت عنها، أو هذا الوضوح الرنيني في كل صوت بمفرده، يعتمد بالفعل على حساسية كبيرة تجاه هذا الوسيط (أو المتحول) أو ذاك، أي اتجاه هذه النقطة أو تلك من تحليلنا. وتكمن الصعوبة، في أنه لابد أن نتصرف بحيث يمكن لكل ما انتشر أن يعود إلينا، وبحيث يمكننا فعلاً أن نركب الأصوات. فحالنا مع الأصوات كحالنا مع البوميرانغ[2]. إذ نتلقى ما كنا أصدرناه من أصوات. فثمة دورة طبيعية وضرورية. وعلينا أن نذكر هنا أبحاث موري شافر Murray Schafer الذي برهن أننا لا نستطيع التكلم بصوت أقوى وأعلى مما تحتمله طبلة أذننا. فنحن نحرص «بشكل عفوي» على ألا نخرب طبلة أذننا، ولا يمكن لأي منا في الحقيقة أن يفجر بصوته وحده طبلة أذنه، إن «التركيب» أو العودة إلى المرسل تلبي غرض التحليل بفضل التوازن البيولوجي الذي يحدد من جهة، الطاقة التي نسيطر بها على مجالنا، على فضائنا ومدانا، والذي يساعدنا من جهة أخرى على تكييف هذه الطاقة عند العودة وفق مقتضيات جسمنا. وهذا سبب اعتقادي في أن إعطاء الموسيقا الحالية هذا المدى (أو الفضاء القوي) يهيج الجسد، إذ إنها لا تمر وحسب بالجسم، بل إنها تتوصل إلى إعادة تعريف الجسم. وإذا تركنا للتكنولوجية أن تندفع وتثور على هواها (في الآلات الموسيقية الكهربائية مثلاً)، وجدنا طبلات الآذان تأخذ عندئذ بالانفجار مع ساعة الفرح! لأن الأصوات سرعان ما تبلغ بيسر عتبات الألم. ومن هنا كانت تلك الظاهرة العامة، وهي العجز الذي يصيب السمع عند بعض موسيقيي الروك. وهو يظهر على شكل فقدان الحساسية الاصطفائي

---

(١) كأن يقول: إن بروز الصوت والجرس سيزيد كلما تعددت الأصوات وانتشرت على مدى أوسع.

(٢) أداة للصيد يستعملها سكان أسترالية الأصليون، وهي تعود إلى الرامي بعد إطلاقها على الهدف.

تجاه هذه الدرجة أو تلك من درجات التواتر. وهي في أغلب الأحيان الدرجات التي يغذيها ويقويها الموسيقي نفسه. فلكي نحتفظ بالحد الأدنى، إن لم نقل من الحس الموسيقي، فعلى الأقل من التوازن الموسيقي، يجب ألا تمنعنا التكنولوجية، التي تساعدنا على تحليل الأصوات تحليلاً شاملاً كلياً، من أن نعيد بناء الأصوات وتركيبها تبعاً لنظام فيزيولوجية أجسامنا، آخذين بعين الاعتبار ما هو مقبول وملائم للأذن. وهنا على هذا الصعيد، تبدو لي خواطر الوسيطات والخواطر التي سأصفها بأنها خواطر رجال العلم، هي خواطر خطره، إذ إنها تخدم المردود والفعالية وهما أسمى معايير الشرعية. ولكن ما أسهل أن نفلت لأنفسنا العنان عندئذ باسم هذه المعايير، فنمضي إلى أبعد من العتبات. خذوا مثلاً طريقة البيان أو الإفصاح Artikulation التي ابتدعها ليجيتي Ligeti، وهي توزيع إلكتروني محكم جداً ومؤلف بطريقة تسلسلية صارمة، لكن بحيث أن تنسيق السلاسل وإحكامها يسود كذلك ما دون العتبات السمعية (أي لا يُسمع). ترى ما معنى ذلك؟ فحتى الصمت منظم تسلسلياً في هذا التوزيع. ترى لأي غرض هذا؟ طبعاً، ليس ثمة تجاوز للعتبات إلا بعذوبة ولطف في هذه الحالة. وعند رجل مثل ستوكهاوزن[1] Stockhausen بالمقابل، نظر إلى هذه الفرضية (الإفصاح) ببرود على أن تكون موسيقاها تقلب المستمعين رأساً على عقب بإثارة الرعب عندهم. وعلى هذا، فمنذ اللحظة التي أصبحت الموسيقا فيها «موسيقا خطرة» حسب تعبير ديك هيجنز Dick Higgins صار لنا الحق في أن نرتعد خوفاً: فالمكننة تتشبه بالسيرك، والمؤدي أصبح مروضاً. وعلى خلاف ذلك كانت المكننة التي تراعي مزايا الجسد كموسيقا «المسرح الآلاتي[2]» مثلاً كما وصفها فيما مضى أحد أتباع موريسيوكاجل Mauricio Kagel. إن فكرة «المسرح الآلاتي» ليست جديدة طبعاً، لأن حركات العازف كانت دائماً ذات أهمية ولها دورها. ولكنها اليوم أصبحت أكثر

(١) بدأ ستوكهاوزن من رواد السلسلية وتدرج إلى أن أصبح في النهاية روحانياً يهتم بالقضايا الإنسانية العامة ويعبر عنها في موسيقاه. وحطم قالب الموسيقا الكلاسيكية ولم يعد يقر بعرف من أقواله (تعلمت أن العرف غير موجود ويجب أن يخترع كل يوم).

(٢) المسرح الآلاتي الذي عناه كاجيل يعزف فيه العازفون على آلات غريبة منها ما هو مأخوذ عن الشرق، ويقوم المؤدون بحركات مهووسه. قد يأخذون لحناً قديماً ويعزفونه حسب أهوائهم تبعاً للمصادفة، حتى لتسمى موسيقاهم بالموسيقا الاحتمالية (وربما كان الفيديو كليب تعبيراً عن وجهة النظر هذه).

أهمية. لأننا تعلمنا – وموسيقا الشرق التأملية ساعدت على ذلك – أن نزيد الإحساس بالصوت بصدرنا وبطننا، وليس فحسب بآذاننا.

وهذه الموسيقا تطالب كذلك بالعيون وذلك لوجود وضع مكاني مجسد، (ماثل أمام المشاهدين)، لمحدثي الأصوات.

قطعاً، فأنت تعرف جملة جون كيج[1] القائلة «الأذن وحدها ليست كائناً» بالفعل، لدينا كذلك عيون ولدينا أيضاً أنف. بل من الممكن، كما فعل فرانسيس شفارتز مخترع البوليار polyart (متعددة الفنون)، صناعة موسيقا ذات رائحة. ومن الممكن كذلك صناعة موسيقا لمسية. ففي الولايات المتحدة، هناك مؤلفون يعرضون علينا «موسيقا الفراء». وإنه لشيء خارق فعلاً أن نخلط الصوت مع اللمس. ولكن أول خليطة للصوت، هي اللون ولا شيء غيره. فالتجارب التي كان يقترحها رجل مثل ميسيان أو سكريابن عن الربط بين الأصوات والألوان، هذه التجارب جعلتها التكنولوجية الحالية قابلة للتحقيق: فالحاسب يمكن أن يحقق ذلك، ولا أقول يمكن أن يجعلها حقائق واضحة جلية، بل يمكن أن يجعلها معقولة. واليوم، أصبح بالإمكان برمجة الكثير من «الوسيطات» دفعة واحدة، حتى لتتشوش هذه الفكرة. وأعتقد أن الحاسبات ستمكننا، وعلى سوية عالية، من وضع برمجة فعلية لموسيقا هي في الوقت نفسه «مشوشة» «مختلطة» ومتعددة الأبعاد. ويستحيل ألا نذكر هنا بالمهندس المعماري زيناكس Xenakis الذي اشتغل بهذا الأسلوب لجناح فيليب في معرض بروكسل الذي صممه، حيث كانت الخطوط المنحنية تشكل سطح مجسم القطع المكافئ الزائدي (الذي يشبه سرج الحصان)، فكانت في هذه الخطوط فرصة لزيناكيس (بصفته مؤلفاً موسيقياً إضافة إلى كونه مهندساً معمارياً) بكتابة نوع من الموسيقا يدعى غليساندوس Glissandos[2] للأوتار. إن ((تشويش)) الوسيطات هو الهلسنة[3] عينها. حيث لم يعد ثمة ما يمنع من استعادة تكوين نوع من تعددية الحواس في الحلم، التي تتضمن إدراكاً للمكان بكامل اتجاهاته (بكل ما يتضمنه من مؤثرات خارجية). وبالتالي، لما كان صوت الكائن الحي مكوّناً للمكان،

---

(١) جون كيج John Cage: دعا إلى الموسيقا الشرقية واستعمل آلاتها لتعبر عن العواطف الإنسانية السامية.

(٢) ربما كان يقصد Grescendo. وهو نوع من التأليف الموسيقي الذي يأخذ الصوت فيه بالشدة شيئاً فشيئاً.

(٣) الهلسنه onitisme (نسبة إلى الحلم). حيث تختلط الأحاسيس والأبعاد.

ويحدد بطريقةما فضاء (امتداداً)، وذلك بالمعنى الذي أقصده من قولي: إنني أكون لنفسي إقليمي الخاص، فلماذا لا نتساءل عن الموسيقا نفسها، أليست مكونة لمكان، لفضاء: ألا تذكرنا مباشرة بالرقص؟ فإذا كانت تفتح لنفسها فسحة في المكان، فهي تفضي إلى خوض غمار وسائل الإعلام وتحقيق انتصاراتها فيها. وأنا أقول ذلك، لأني أتذكر الآن أعمال جون كيج أو أعمال نام جون بيك، وكل المحاولات الحديثة التي تعمل على لم شمل مختلف الفنون في تركيب واحد أو في وحدة واحدة لم تعد مدينة لفاغنر بأي شيء لحسن الحظ[1]، وتؤدي بنا إلى إدراك متجدد ومتنوع بلا حدود ولا ضفاف. وأعتقد أن مضاعفة الحواس والإحساسات هذه، هي أكبر اكتشاف في القرن العشرين. إننا اليوم على وشك الانطلاق نحو ما دعاه أحد الكتاب الأميركيين: اليوغا الإلكترونية[٢].

---

(١) كانت موسيقا فاغنر تتميز بالعنف والقوة، حيث تعزف الآلات مع أصوات المغنين في الأوبرا التي كانت تعبر عند فاغنر عن قوة الشعب الجرماني نظراً لتعصبه القومي الذي يبلغ حد الشوفينية المتطرفة التي أدت في النهاية إلى النظرية النازية والتي ربما عناها المحدث، إذ لم تأخذ بها الموسيقا الحديثة لحسن الحظ.

(٢) لمعرفة المزيد عن الموسيقا الحديثة والمعاصرة يمكن الرجوع إلى كتاب ((دعوة إلى الموسيقا)) من مجموعة عالم المعرفة، أو إلى كتاب ((تاريخ الموسيقا الغربية)) من منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي في سورية.

-١٩-

المكان والزمان والاجتماعي(١)

حديث أجري مع سيرج موسكوفيشي Serge Moscovici مدير دراسات في مدرسة الدراسات العليا للعلوم الاجتماعية

إميل نويل: الحقيقة، أننا كنا قد أدخلنا «الاجتماعي» فيما سبق عندما تساءلنا في أحاديثنا السابقة عن الصلات التي تحافظ عليها التربية واللغة والفنون مع المكان والزمان. ولكننا سنتعرض إليه الآن معك صراحة. وقولنا «اجتماعي» يعني فوراً أن هناك آخرين، لأنه يعني تلك الشبكة المعقدة من الصلات والمبادلات المشكلة مع الآخرين في المجتمع نفسه. وسؤالنا هو أن نعرف: هل تُدرك بعض المفاهيم، ومنها مفهوما المكان والزمان اللذان يتمتعان بأهمية معروفة في نسيج هذه الشبكة، أقول، هل تُدرك بالصورة نفسها في هذا الحقل الاجتماعي كما في ذاك؟

سيرج موسكوفيشي: الأمر واضح. لأننا حين نقرأ للمؤرخين وعلماء الأنطروبولوجية وعلماء الاجتماع، نتبين بوضوح أن هناك تنوعاً في المفاهيم، وفي مفهومي المكان والزمان بالذات، لارتباطهما العملي بكل شعب وكل حضارة. وأعتقد أن ما تختص به الحضارة الغربية، هو نزعتها لأن ترى في المكان والزمان حكمين كونيين. وهذه أصلاً ثورة «كانط الشهيرة»(٢). ولكن لو تأملنا في ما جرى خلال قرن مضى، للاحظنا أن الحضارة الغربية هي حقاً أول حضارة للزمن، بمعنى أنها أول حضارة يلعب فيها الزمن دوراً حاسماً. ولا سيما أنه مقياس الأمور كلها. فكل شيء يُقاس بمعيار الزمن: العمل، المسافات، التاريخ. وعندما يكون الأمر متعلقاً بوصف حوادث

(١) الاجتماعي هي ترجمة للكلمة الفرنسية Le social

(٢) يرى كانط أن المكان والزمان حكمان قبليان سابقان للتجربة.

أو أفكار، تكون الأفكار المهيمنة عندنا دائماً هي أفكار ذات طبيعة زمنية. مثال ذلك: التطور، التاريخ، النمو، التزايد. إنك تجد الزمن في كل شأن شؤوننا. والزمن المعني ليس أي زمن كان، بل المعني هو الزمن المسدد، الموجه. فالأمور كلها تستغرق زمناً ما ولها دائماً اتجاه. ولديك أمثلة أخرى، فعندما نتكلم عن شيء من الأشياء، نتكلم عن أمله في الحياة، فنقول: إنه سيدوم مدة كذا من الزمن. وعندما نعرف جسيماً أولياً، نعرفه بالنسبة إلى مدة بقائه، فنتساءل: ما أمله في الحياة! وحتى حين نتحدث عن الفرد الإنساني، نجد أن الفرد يعرّف اليوم بأمله في الحياة، كأن يذكر موعد إحالته على المعاش، وما هي ضماناته...إلخ. وهكذا نتصور كل شيء في مجتمعنا، وكل كائن، ضمن إطار وجوده الزائل. لأن ما يدخله الزمن في طريقة تصرفنا وتصورنا للأشياء هو بالتحديد «زواليتها» (فناؤها). ولا يهمنا كثيراً أن نلتفت إلى حقيقة أن التصرفات والأشياء كلها فانية، بل الأصح أننا ننظر إلى أي شيء على أنه زائل حتى قبل أن نكوِّن له صورة في أذهاننا. والقول بأننا نعتبر كل شيء إلى زوال، معناه أننا «نزمّن» كل شيء (لأننا اعتبرنا أن له مدة معينة). بل نحن نزمّن كذلك الأشياء التي كان ينظر إليها على أنها تتسرب في المكان. ومثال ذلك، مفهوم السرعة الذي يعيد الهاجس رقم واحد في حضارتنا[1]. فهذه طريقة لتزمين المكان. وإليك مثالاً آخر: إننا نعبر اليوم عن المادة بعبارات الطاقة، أي بعبارات شيء هو في حالة صيرورة وشيء موجه. وخير مثال على تزمين المكان هو حساب المسافات بالسنوات الضوئية. ولكن المثال المذهل الذي يبدو لي أنه أبرز الأمثلة في الغرب من بين كل ما مر خلال هذا القرن الأخير، والذي يفوق كل تصور، حتى أكثر من ازدهار الغرب ذاته، هو اختفاء الجغرافية. وهي لم تختف لمجرد أنها لم تعد عائقاً أو لأننا نملك إمكانية السفر بسرعة وعبور البحار واجتياز الجبال والذهاب إلى حيث نشاء في وقت قصير جداً، بل اختفت أيضاً، وبالتحديد، بوصفها شكلاً من أشكال الفكر وعلماً من العلوم. لأن علم الجغرافية، لم يعد يحتل الآن أكثر من مكانة ثانوية في تصورنا للأشياء وفي تعليمنا.

بالفعل، إن مرجع الجغرافية وعمادها المباشر هو تنظيم المكان. فأنت تحدثنا إذاً عن خَفض منزلة المكان في مجتمعنا. وقد تكون التجمعات

---

(١) إنهم يتحدثون عن السرعة في كل شيء: سرعة التقدم، سرعة التزايد السكاني، النمو الاقتصادي. وهذه كلها تميل إلى التغيير، فهم يستعجلون كل شيء ويتحدثون عن سرعة السرعة، أي عن التسارع.

البشرية في المدن هي التي أمكن لها أن تدفعنا إلى التفكير في هذا الخفض. ولكن تنظيم الاجتماعي نفسه يرتبط بالسياسة، فهل ترى في هذا المجال، مجال السياسة، مظاهر تبديل مشابهة. أو هل ثمة مثلاً مكان سياسي يميل إلى الزوال لصالح زمن سياسي.

نعم، إن ما يذهلني حالياً هو الانقلاب الذي يحصل الآن في هذا الميدان على صعيد التجمعات السياسية الكبيرة. ففي السابق كانت التجمعات تُحدد بجغرافيتها، وكان العمل السياسي عند أصحاب الأدوار الرئيسية في المجتمع، يسعى نحو ما كان يدعى المدى الحيوي. وقد مرت فترة ولدت فيها نظرية أو علم سموه السياسة الجغرافية geopolilique[1]. ولكن ما يذهلني حالياً هو ظهور نوع من «سياسة العهود الزمنية» بمعنى أن القوى العظمى تعرّف نفسها على مدى عهود (أو مراحل تاريخية) أطول[٢]، وذلك تبعاً لتطلع أو لخطة عمل. فالاتحاد السوفياتي مثلاً لم ينظر إلى نفسه في ضوء أنه يحاول احتلال مدى مكاني، بل يصنف نفسه على أنه في عهد الثورة أو في عهد الاشتراكية. وهناك آخرون كالأمريكيين مثلاً يصنفون أنفسهم في العصر ما بعد الصناعي. وعندما يصبح المجتمع فعلاً في الوضع ما بعد الصناعي عندئذ سيحتل أفراده المكانة الأولى (طبعاً) (وهكذا يحسب الأمريكيون أنفسهم فعلاً). وحتى أصحاب الأدوار الرئيسية الهامة في السياسة، لم يعودوا (كسابقيهم) يلعبون دوراً إقليمياً (يتطلعون إلى مستعمرات جديدة أو مستوطنات جديدة أو لديهم نوازع إقليمية). والمؤسسات المتعددة الجنسيات مثال مناسب على ذلك. ولن ندخل طبعاً في نقاش حول جوهر هذه المؤسسات. ولكننا نرى على الأقل أن هذه المؤسسات هي ذوات أدوار غير إقليمية. فهي تعرف نفسها على أنها مشروع للاستثمار ولتوظيف رؤوس الأموال. وفكرة الاستثمار نفسها هي فكرة زمنية، إنها تتبع دورات إنتاج ومبادلات.. ، طويلة الأجل. فإمبريالية المكان تلاها كما نرى إمبريالية الزمان. وهذه الإمبريالية يقوم

---

(١) أو كما سماها المورد «علم السياسة الطبيعية» وهو علم يتناول تأثير العوامل الاقتصادية والبشرية من حيث كثافة السكان وتوزعهم في سياسة الدولة ولاسيما الخارجية، والنظر إلى التوسع على حساب الآخرين. وهذه السياسة لم تنته أبداً. مثالنا أميركا نفسها فهي على رغم احتفاظها واكتفائها بأرضها تمد أذرعها لتطال أي بلد آخر. وهناك إسرائيل خالقة النازية ووريثتها.

(٢) فأميركا اليوم تعرف نفسها بأنها المرحلة الأخيرة في التاريخ وستظل في هذه المرحلة إلى الأبد (انتهى التاريخ).

عملها على توظيف رؤوس الأموال، أو على التكهن، أو على فرض أنماط من النظم تكّون عصر كل مجتمع (ومن وجهة النظر هذه أرى أن عمليات الاحتلال التي لجأ إليها الاتحاد السوفياتي هي، نوعاً ما، عمليات عفا عليها الزمن)[1]. وأعتقد أن باستطاعتنا كذلك إيراد ملاحظتين في هذا الشأن: أولاهما أننا نلاحظ ظهور تقنيات للزمن تلعب دوراً هاماً جداً، كالطيارات والسيارات..إلخ. وهذه التقنيات هي منتج هائل للزمن (لأنها توفر الوقت). والثانية هي أننا نلاحظ ظهور تقنيات تسير على نحو الأولى جنباً إلى جنب، وتحفظ الزمن. كالتصوير الفوتوغرافي، والسينما والتلفزيون..إلخ. فنحن ندخل العكوسية إلى الزمن اللاعكوس (لأن باستطاعتنا الآن استعادة الزمن، بينما لم يكن ذلك في استطاعتنا) والخلاصة، تؤكد لنا هذه التقنيات أنها تدفعنا إلى نوع من اقتصاد الزمن وتوفيره، وتعلمنا أن نستعمل الزمن استعمالاً اقتصادياً. وكانت النتيجة على صعيد التجمعات الكبيرة، هي أن نعيش نحن، بوصفنا أفراداً، تحت نوع من الضغط الزمني المستمر. حتى ليبدو أن ليس لدينا الوقت لأن يصير لدينا الوقت. وهذا ما يبدو لي أنه الجانب الأهم في حضارتنا.

> بالفعل، إذا تمادينا قليلاً في هذا التفكير، وجدنا أن الزمن لا يكتفي بالحلول محل المكان، بل بالحلول محل نفسه هو، إلى أن يصبح وقد استبدل به هاجس الصيرورة، بل تملُّك الصيرورة لمشاعرنا.

هذا صحيح بشكل ما، لأن الزمن أيضاً هو إدراك بداية ونهاية. وفيما مضى كان معظم الناس يعيشون في وسط بطيء. وكانوا بحاجة لمئة عام لكي يبنوا كاتدرائية. وهذا العمل ليس من الأعمال التي تبدأ وتنتهي، وأعني طبعاً، أنها لا تبدأ ولا تنتهي بالنسبة للفرد. ويختلف الأمر من بناء منزل إلى بناء مدينة. فهذه المدة إذاً تضيع من إدراك الفرد، في حين أن كل شيء يولد اليوم ويهرم ويموت – مدنية، نظرية..إلخ – في أقل من جيل. فكل كائن، وكل فكرة، وكل شيء أصبح له إذاً مدة ملموسة بالنسبة للفرد. فنحن نعيش إذاً عوز[2] الصيروية، وهذا العوز سرعان ما

---

(١) هذه الفقرة كما ترى محشوة قسراً، وهي تثير جدلاً لا ينتهي، لذلك أحببت أن أنوه أنها من قول المحدث نفسه.

(٢) المقصود طبعاً هو الشعور بالحاجة الملحة للصيرورة، فهم يستعجلون كل شيء. ويرافق هذا الشعور قلق بالنسبة للمستقبل، واستعجاله في آن واحد. هذا عدا تهافتهم على الاستهلاك، والتنقل بسرعة، والعمل الدؤوب، وكأن الساعة آتية غداً لا ريب فيها.

يصبح أشبه بالضجر، بل الضجر المؤلم تقريباً، بل نكاد نكون في حالة العوز الدائم التي يعيشها المدمن المحتاج للعقار. فهل أصبحت الصيرورة عقاراً محدداً لنا؟

أفهم جدياً هذا الهوس بالمستقبل والمصير، أو هذا الإسقاط إلى الأمام (هذا الاندفاع نحو المستقبل) حتى كأنه عقار يخدر الحاضر، أو الإحساس بالحاضر وبموضعه. ولكن هناك إمكانية الإسقاط في الاتجاه الآخر، أي نحو الماضي، لاسيما أن التقنيات الراهنة تساعدنا على النظر أبعد فأبعد إلى الخلف.

هذا صحيح لكثرة ما أصبح الزمن مورداً نادراً. لذلك نحاول إبداعه بكل الوسائل، ومن جميع الجهات. ونحن نبدعه بطريقة هي أشبه بمضاعفة مدة حياة كل فرد، وذلك بالنسبة لما كانت عليه حياة الفرد في القرون الماضية. وهذا نصر على النسق الزمني يفوق كل ما عداه. ولكن لكي أجيب عن سؤالك بصورة مباشرة أكثر، لنأخذ كيف كنا نقدر عمر البشرية، وكيف نقدره الآن. في الماضي كنا نظن أن البشر وجدوا منذ أربعة أو خمسة آلاف عام. وهذا ما كان يقال منذ قرنين أو ثلاثة. ولكن ها نحن نكتشف الآن أن عمر الإنسان يعد بالملايين أو بعشرات الملايين.. والآن يظن أن الإنسان وجد منذ خمسة عشر مليون عام. وعمر الأرض، يقدر بعدة مليارات من السنين. وهكذا نكتشف في الماضي فجأة أبعاداً زمنية خارقة. ولكن هذه الحقيقة تعني شيئاً آخر كذلك، لأن هذا الاكتشاف يجعلنا نفهم أنه ما زال أمام البشرية الكثير من الوقت في المستقبل. بل يمكننا أن نقول الآن إننا نعيش في عالم ما زال يتوسع فيه ما حدث في الماضي، وأن ما يتوسع أكثر من كل ما عداه، هو الزمن، وإذا أمكن للبشرية أن تَستبدل بفكرة اليقين مثلاً، فكرة الارتياب، وبفكرة الحتمية فكرة الاحتمال، وبدلت كل أصناف الفكر المتصل بالزمن، فذلك لأنها تبينت بعد بحثها عن الزمن – بل لنا أن نقول: بعد إبداعها للزمن – أن الزمن قد وجد، وأن بإمكانها أن تتصرف فيه وتستحوذ عليه.

أليس هذا الاكتشاف وهماً، وفي الوقت نفسه تعلة وتشبثاً بعذر؟

لاشك. فنحن ننظر إلى الوراء أبعد فأبعد في ماضي الإنسان والأرض، ولكن بالنسبة للمستقبل لدينا كذلك شعور متنام بتعرضنا لخطر كارثة نووية أو كونية، حتى أن الزمن الممتد أمامنا يجري على الأصح نحو اللا يقين. وإذا طالت مدة حياة النوع خلفنا، فإنها من بعض الأوجه تقصر أمامنا. ذلك أننا نشاهد بأم العين انقراض بعض الأنواع الحيوانية، ونتأكد من تجمع العوامل التي تجعل تدميرنا

الكلي أمراً محتملاً. ولطالما كان العد العكسي عند السنين الألفية مثار حالة متميزة من القلق والذعر عند الناس. ولكن ثمة فروق. فبينما كان الناس ينتظرون نهاية العالم عند العام الألف في العصر الوسيط[1]، وينتظرونه كأنه قدر محتوم وعقاب ناجم عن غضب الإله، نجد أننا لا نستطيع نحن أن نتذرع بعذر كهذا للعام ألفين. فنحن نشعر بأننا المسؤولون عن دمارنا المحتمل مثلما نحن مسؤولون عن بقائنا. ففي العصر الوسيط كان الناس يقرأون العبارة الشعبية «آخر الزمان» من اليمين إلى اليسار، بينما تقرأها نحن من اليسار إلى اليمين لتصبح «زمن النهاية» أو «زمن الختام». وهذا واقعنا المرير.

ولكن قد لا نكون أهلاً لتحمل هذه المسؤولية. وعندئذ يجب أن نبدع على سبيل التلهي وخلق الأعذار. ولذلك سينصرف عصرنا إلى زيادة خبراته في تقنيات إنتاج الزمن وتقنيات حفظ الزمن. وسيكون الوقت ولاشك من ذهب، بل وأكثر حتى من أي عهد مضى. ولكنك عندما حاولت الآن أن تفهمنا أن الزمن يمتد، استعملت، كما استعملت أنا أيضاً، تعابير تستعمل عادة لوصف المكان.

نعم لأن لغتنا كلها، وكل مقولات فكرنا هي أيضاً مقولات تطغى عليها المكننة (الصفة المكانية). فنحن نضفي صفات المادة على كل شيء ونمكنن كل شيء. وهذا ما يدعى بـ«التمدية reifaction » (اعتبار الشيء المجرد شيئاً مادياً). وليست هذه «التمدية» مجرد معطى مذهبي، بل هي نتيجة لكون المكان نفسه يتبدل بهاجس الزمان. وعلامات ذلك:

١ - **السرعة**، وهي نتيجة لرغبتنا في أن نجعل كل الأشياء تتواصل بسرعة (أي يتصل بعضها ببعض بسرعة، بعلاقات وصلات).

٢ - **إضفاء صفة الفناء**: كل شيء يبلى بسرعة ولاسيما اليوم في الحضارة التي تسودها حياة المدن والتكتلات: أي التمركز، فنحن نفرغ كل الفضاءات المشتتة، المستوطنة إقليمياً، المموضعة، لكي نملأها ونحولها إلى فضاءات مغفلة (لا اسم لها) متمركزة، ليس لها صفة إقليمية خاصة. ولهذا التكتل نتائجه الاجتماعية والنفسية، وقد وصفته في كتابي عصر الجماهير L'Age des foules. من ذلك،

---

(١) قبيل قدوم العام ١٠٠٠ ميلادية، كان الناس يتوقعون أن نهاية العالم ستكون في هذا العام. ولدينا مثل شائع في بلدنا يقول «تؤلف ولا تؤلفان».

أننا نخلق فضاءات للكتل (للجماهير): مساحات وأماكن للاجتماع، فكل الفضاءات والمساحات الشاسعة المخصصة حالياً للسياحة، هي بشكل ما أماكن للتكتل. وهذه الكلمة (كتلة) نحب كثيراً أن نسمعها، فنتكلم عن إنتاج كتلي (على نطاق واسع)، حضارة تكتل (مدن مكتظة، دول كبيرة)، سياحة كتلية (لجمهور غفير).. اتصالات كتلية (على نطاق واسع)...

ولكن لا أحد يتساءل: «ما الشيء المراد من هذه الكلمة؟» ومع ذلك، قد يكون علينا معرفة أن هذه التدابير المكانية التي تستهدف التكتل وتؤدي إليه، تخلق تجمعات عابرة (موقتة). وعند تنظيم المكان على هذا النحو نجعل كل ما يوصف بالاجتماعي عابراً (مرحلة عابرة). فمن السمات المميزة أكثر من غيرها في هذا النمط من التجمعات هو أنها عابرة انتقالية.

هل تعني بقولك هذا، أن هذا التجمع العابر، راجع إلى شكل من تزمين الاجتماعي؟

نعم، إنه تزمين للاجتماعي. لأننا لا نترك لهذا الأخير وقتاً لأن يتمكنن (يستقر في مكان). وبعد، ألفت انتباهك إلى أننا حين تأخذ على الناس أنهم يقاومون التبدلات، ويقاومون الحركية، فإن ما نأخذه عليهم هو في النهاية مقاومتهم وامتناعهم عن أن يصبحوا أعضاء في هذه التجمعات العابرة. وأعتقد أن التكتل هو إحدى القنوات الكبرى التي يجري فيها هذا التزمين للاجتماعي في حضاراتنا.

ولكن، ألا يزال ثمة موضع للزمن الفردي في هذا الاجتماعي المزمن، لاحظ أني أستعمل كلمة موضع، وهي أحد مفاهيم المكان.

سأجيب عن سؤالك هذا من الوجهة النفسية أكثر من الوجهة الاجتماعية. أعتقد أننا نواجه عدداً من التوترات وأشكال التعارض، التي لا أقول عنها إنها ستخلق أمراضاً من الزمن (وإن تكن مشكلة زمن البطالة وزمن التقاعد..إلخ، تساهم في تنظيم زمن الحياة). ولكن هذه التوترات، والعقبات الناجمة عن التعارض هي ما يجب أن نتحدث عنه. لأن لها عواقب ماثلة أمامنا. هناك أولاً تلك الهوة بين الزمن الاجتماعي من جهة، الذي هو بنوع خاص زمن الإنتاج، وبين الزمن الفردي من جهة أخرى، الذي هو زمن الاستهلاك. وأعتقد أن عقبة التعارض أو العبور الصعب، بين الزمن الاجتماعي والزمن الفردي، بين الحياة الاجتماعية والحياة الفردية، هذا التعارض، يطرح ما يبدو لي أنه إحدى أهم المشاكل، وهي مشكلة «إحداث

العزلة». فكل فرد سيجد نفسه متورطاً في هذا التعارض (أو التضارب) بين ما يعمله عندما يشتغل، وبين ما يعمله عندما يجد نفسه خارج هذه المناطق/ الأزمنة التي يجدها في العمل مرتبة خير ترتيب وتنظيم.

في عصر الكتل تزداد عزلة الفرد! ثمة مفارقة في هذا الأمر هي على الأقل ظاهرية.

إن «إحداث العزلة هذا» لو تيسر لنا الوقت لدراسته من الوجهتين الاجتماعية والنفسية في آن واحد، لرأينا أنه هو السبب في الكثير من أشكال الغم والضيق والظواهر الجسدية النفسية، بل ربما كان سبباً من الأسباب المولدة للعنف الذي يمارس في حياة المدن.

تحدثت عن المجتمع الغربي الحديث بوصفه مولداً لزمن مُسدد، أي مولداً لزمن ينطلق بصورة خطية. ترى ألا يعاني الأفراد من وجودهم في هذا الزمن؟

ليس الأفراد وحدهم الذين يعانون، بل الزراعات كذلك تعاني من وجودها في هذا الزمن. أجل، إن زمن مجتمعنا وحضارتنا الغربية هو زمن خطي، زمن لا ترى فيه إلا وجهته الفيزيائية، إنه دائم المسير إلى جهة ما، يزيد، ينمو، يتوسع..إلخ. في حين أن الزمن البيولوجي والزمن الزراعي كذلك على الأرجح، هما دائماً زمنان إيقاعيان، دائماً دوريان، بمعنى أن زمنهما هو زمن الليل والنهار والفصول. إن هذه الحقبة هي نفسها التي لا يمكن للمرء أن يظل بسببها في حالة غبطة دائمة. إن هذا الزمن الأخير (البيولوجي والزراعي) هو زمن الإحباط والحماس. والغريب في الأمر، أن هذا الزمن الإيقاعي، الزمن الدوري، عندما يتدخل أو إن صحّ القول عندما يحدث ثقباً في سطح الزمن الخطي، يدفعنا لأن نعيشه وكأنه أزمة. بل نعيشه وكأنه سقوط أو كارثة حصلت في زماننا الخطي. ودعني أستعير تعبيراً اقتصادياً فيما مضى، عندما كنت أسكن، في الريف، كان الناس يعيشون مع فكرة البقرة الهزيلة، والبقرة السمينة. أما نحن فنعيش مع فكرة أن الأبقار كلها سمينة، وأن لابد لها أن تظل دائماً كذلك. بل أن تزداد صحة مع الأيام. وعندما نجد أنفسنا أمام تراجع في جهة ما، أو تجابهنا بعض المشاكل الاقتصادية، نعيش هذا الحدث وكأنه كارثة وليس ظاهرة لحقيقة أن مجتمعنا الحديث نفسه، يعيش على الرغم من كل شيء بطريقة دورية. وربما كان واقع الأمر، هو أن مستوى الحياة في أي مجتمع، لا يمكن أن يظل متزايداً تزايداً خطياً باستمرار، وأنه لابد من إعادة

ضبط الأمور وتقويمها، ولابد من مرور لحظات تغير. أنا لا أقول: علينا أن نقبل بالتضخم أو البطالة، ولكني أشير إلى أننا نعيش هذا النوع من الظواهر، مع الشعور بأن ثمة شيئاً ما لا يسير سيراً حسناً، هذا بدلاً من أن نرى فيه كذلك تضارباً بين طريقة عيشنا للزمن وبين تطور المجتمع.

وبعد، أليست عهود الأزمة هنا دليل على تجلي سيطرة الزمن الدوري؟ فلربما كانت هذه هي الطريقة التي يحاصر فيها مفهوم الدور الواقع الاجتماعي؟

أعتقد أننا نعيش منذ عدة سنوات ظاهرة تبدو لي هامة إلى حد ما، وكنت قد عنونتها باسم «تعتيق»[1] الحديث. فالحديث كان يفهم دائماً على أنه مهدِّم للقديم. وكان فهمنا له على هذا النحو، يسعى إلى تهديم كل ما يرتبط بالذكرى والذاكرة..إلخ. ولكن الشيء الهام الذي يلاحظ حالياً، هو أن «الحديث» يتكون الآن وفق نموذج «القديم»، وذلك بأن يبني لنفسه تقليده الخاص وذاكرته الخاصة، وذكرياته الخاصة، وأعتقد أن هذا الرواج غير المألوف الذي نشاهده الآن للبحث عن الآثار، ولتنظيم المتاحف، يترجم شيئاً من هذا القبيل. وثمة جانب آخر لهذا التغير، وهو أننا لم نعد نعتقد بالتحقيق الآلي لما سأسميه الغاية المسبقة، سواء أكانت هذه الغاية هي المجتمع ما بعد الصناعي، أم المجتمع التحرري (اللبرالي)، أم المجتمع الاشتراكي، والزمن نفسه يرتسم في رؤية أقدم، وكأنه شيء موقع، ذو إيقاع، وكأنه يترجم ما يدركه كل منا وما يحس به. وأعني بذلك أن هناك تكراراً في الزمن، هناك ولادة وموتاً وتتابعاً. لاحظ مثلاً أنه عندما كان يجري الحديث منذ خمسة عشر عاماً أو عشرين عاماً على الأقل، عن مشروع، وعن مختلف الحركات، وعندما كان يدور الحديث عن التحليلات الاجتماعية أو عند وصف ما مضى، كانت تستعمل العشرات. فكانوا يتحدثون عن الخمسينات، عن الستينات، عن السبعينات. عما سيفعلونه في الثمانينات. وكان علماء البيئة وحدهم يتحدثون في السابق عن السنة الواحدة، عن العام ٢٠٠٠ مثلاً، أما الآن فالجميع يتحدثون عن العام ٢٠٠٠. لقد بدأنا ننظر إلى جريان الزمن على أنه تتابع، تتابع للأجيال، مع اتخاذ نقاط بدء، نقاط تعد معالم، لنقل إنها سنوات رمزية. ففي هذا

---

(١) قد تبدو ظاهرة «التعتيق» مناقضة كلياً لظاهرة التزمين، ولكنها في الحقيقة غير ذلك، لأن التعتيق هنا يعني ربط الحديث بذكريات بتقاليد، فكأن الإنسان يريد أن يؤصل هذه الفترة قبل زوالها الذي يشعر بدنوه.

المعنى أعتقد أننا نشهد هذا «التعتيق» للزمن. وهذا التتابع هو أيضاً «تعتيق» للتوترات التي تترجم بفكرة «الكارثة» التي نوهت عنها. وإنه لشيء هام أن نرى فكرة كفكرة الكارثة، التي هي نوع من انهيار الزمن الإيقاعي، الزمن الدوري، لها مثل هذا الرواج الخارق في اللغة السائرة كما في النظريات العلمية.

ألا يجازف هذا «التعتيق» للزمن في أن يؤدي إلى عوده المكان في المفهوم الاجتماعي؟

نعم، نحن نحاول القيام بنوع من العودة إلى هذا المكان إذا شئت. وذلك بالنزعة الإقليمية، بعودة ظهور الكيانات العرقية (العنصرية). ونحاول القيام بعودة إلى هذا التفكير والعيش. العيش في بلد مثلاً. ولكني أعتقد بوجه خاص، بأهمية هذا التوتر القائم بين المكان والزمان – حتى ولو كان الزمان هو السائد في حضارتنا – إنه توتر بين المكان الخطي، والزمن الخطي، والزمن الدوري. وأعتقد أن بالإمكان تفسير الكثير من الظواهر الفردية، أو الجماعية الشاملة، بهذه التوترات التي نعيشها والتي تترتب عليها نتائج هي في الوقت نفسه اجتماعية وسياسية.

-٢٠-

المكان والزمان عند الآخرين

حديث اجري مع اندرية إيتييانو Andre Iteanu، إتنولوجي، اي باحث في علم الأعراق البشرية (فريق إيراسم ERASME في المركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي).

إميل نويل: لا يمكن أن نختتم هذه الأحاديث دون العودة إلى ملاحظة وردت في مدخل الحديث الأول. ذلك أن موضوع أحاديثنا الرئيسي كان في الحقيقة حتى الآن محصوراً في المفهوم الغربي للمكان والزمان. ولكن ثمة ثقافات أخرى. فمن المحتمل إذاً أن تكون هناك طريقة أخرى لعيش المكان والزمان ولتكوين تصور مجرد لهذين المفهومين. ولكن كيف نتلمس طريقنا لمعالجة هذه التصورات الأخرى للمكان والزمان؟ كيف نستعرض مختلف هذه الفروق؟ ثمة خطر كبير في أن نظل على السطح من الأشياء وأن لا نفهم حقيقتها ومعانيها. وبعد؟ أنعدهما عالميين؟ ربما. فعندما نسأل غربياً عن المكان والزمان، نلاحظ على الأغلب أنه ينظر إلى هذين المفهومين على أنهما مرتبطان ومتجانسان. فهل هذا التصور عالمي أم لا؟

أندريه إيتييانو: هناك الكثير من التصورات الأخرى. بل لكل مجتمع تصور خاص للزمان يرتبط بطريقة عيشه وبنظم تربيته وثقافته الخاصة. وكل تصور من هذه التصورات يشكل بحد ذاته كلاً يصعب جداً أن نعرض له بسرعة. لأننا نخاطر عندئذ في أن تلتبس علينا العناصر المكونة له، وفي أن نشوش فكرة الكلية التي هي حقاً مبعث تماسكه وترابطه.

لكل مجتمع إذاً تصوره الخاص. فما السبيل الذي يمكن أن نسلكه لكي نحاول إدراك الاختلاف دون أن يشتبه علينا الأمر ونخطئ في الفهم؟

لكل مجتمع طريقة في التعامل مع ما ندعوه الزمان والمكان. وهو مضطر إلى ذلك بشكل ما. وهذا لا يعني أن على هذا المجتمع حتماً أن يحمل فكرة عن هذين المجالين على أنهما متجانسان و/أو مرتبطان فيما بينهما. إن أصالة كل تصور من هذين التصورين تنشأ من العلاقة النوعية التي يحافظ عليها المجتمع مع بنيته الشاملة. فلكي نرى فيه شيئاً ما، علينا أن نجد موضع المكان والزمان في مجموعة الأفكار والأنظمة التربوية والثقافية والأفعال التي تؤلف كلها معاً الأيديولوجية الخاصة التي تطويها كلها تحت لوائها.

فليس صحيحاً إذاً أن باستطاعتنا استعراض مقاربة عامة. لذا قد يكون الأجدر والأهم بالنسبة لنا، هو أن نأخذ مثالاً خاصاً مع الأخذ بعين الاعتبار أن هذا المثال لا يمثل إلا ذاته؟

إن إطلالة عامة على الأفكار الموجودة حول الزمان والمكان لن تقودنا بعيداً على الأرجح، لأنها قد تلزمنا بالبقاء في حدود ثقافتنا الخاصة. فالأفضل أن نهتم بحالة خاصة لكي نجعل جمهور مستمعينا، المنغمسين في الأيديولوجية الغربية، يشعرون من المثال الحي الذي سأعرضه بالفروق التي تختلف فيها هذه الثقافة الغريبة عنا، عن ثقافتنا الغربية.

وعلى هذا، سأتركك تختار الثقافة أو المجتمع الذي ستحدثنا عنه. وسنسلم بأن هذه الثقافة ستكون نموذجاً، ولكن دون أن ننسى مع ذلك أنها لا تمثل إلا ذاتها. إلا أنني أكرر سؤالي الأول: بأي شيء تختلف أو تتعارض هذه الثقافة مع تصورنا الغربي القائل إن الزمان والمكان مرتبطان متجانسان؟

سأتحدث عن المجتمع الأوروكيفي، وهو مجتمع صغير يتألف من ٤٠٠٠ نسمة يسكنون القسم الجنوبي من غينية الجديدة (جزيرة شمال أسترالية)، في منطقة جبلية إلى أقصى الشمال من البابوازي. وقد عملت هناك لفترة من الوقت. ولكي أجيب مباشرة عن سؤالك، أود أن أقول إننا نهتم بدراسة الشعوب من منطلق أننا جزء من المجتمع الغربي، وأننا بالضرورة، نرى المجتمعات التي نعمل فيها من منظار غربيتنا. فعلى قدر ترددنا إلى مجتمع مختلف عنا، يستنير منظارنا، ويجعلنا نفهم تدريجياً بعض أوجه المجتمع الذي نقوم بدراسته. ولكن عندما ننجح في النهاية في تكوين نظرة مباشرة وأمينة بما يكفي عن هذا المجتمع، علينا أن نستمر في التساؤل عن الفوارق التي يتعارض فيها مجتمعنا الغربي مع المجتمع التقليدي

الذي ندرسه، وذلك لكي نتجنب كل نسبوية مطلقة. وهكذا، وباختصار شديد، يمكن القول إن أول تعارض: هو أن مجتمعنا يفهم الزمن بشكلين، وهذان الشكلان يتمازجان ويتراتبان تدريجياً: الشكل الأول مفتوح، وهو زمن الصيرورة، زمن المستقبل، زمن التاريخ، زمن اللاتكرار. والثاني مغلق ودوري، وهو زمن التكرار، زمن الطقوس الدينية والمراسم السياسية، زمن الفصول، زمن الزرع.. وزمن الصيرورة بالنسبة لنا هو الزمن الأهم. وهو الزمن الأعلى قيمة ومرتبة من زمن التكرار المطلق الذي تتضاءل مكانته في عصرنا في جميع الميادين. والأمر على عكس ذلك عند أوروكيفا البابوازي، حيث تنعكس علاقة التبعية (أو الترتيب) بين الزمنين. وسأعطي مثالاً يكشف في رأيي أحد مقومات طريقة الوجود الأوروكيفي. فعندما وصلنا إلى الأوروكيفيين وبدأنا العمل معهم، ابتدرناهم بسؤال ساذج جداً – «لماذا تفعلون ذلك؟»– وكان غرضنا فهم بعض الطقوس مثلاً. فكان الجواب الذي حصلنا عليه مباشرة: «إننا نفعل ذلك لأن أسلافنا كانوا يفعلونه قبلنا». وهذه الإجابة تلخص كل قوة التكرار باعتبارها ذات القيمة الأعلى. ثم نطرح سؤالاً آخر رغبة في الإصرار على أن نكون واعين لتصوراتهم «ولكن هل تفعلون ذلك بالطريقة نفسها التي كان أسلافكم يفعلونه بها» هنا، كان جواب الكثيرين طبعاً «كلا، إطلاقاً، أنا أفعله على طريقتي، وقد جددت هذا الشيء وغيرت ذاك». إن هذين الإقرارين اللذين يبدوان لنا متناقضين، يعرضان في حقيقة الأمر تشكيلاً للقيم يعاكس تشكيل قيمنا الغربية. لأن ما يتكرر عند الأوروكيفي هو صاحب القيمة الأسمى، وكل ما جدد ليس سوى ملحق مشمول في هذا التكرار.

> تخيلت وأنا أسمعك أن المكان والزمان في هذه المجموعة السكانية، ينظر إليهما كلاً على حده، وأن ليس ثمة تقارب بينهما، كما أن الزمان نفسه لا يعاش بصورة متجانسة. فلنحاول إذاً أن نلجأ إلى طريقة أخرى، على أن نرى الأمور دائماً كيف هي بالنسبة لنموذجنا، مع علمنا طبعاً أن هناك نماذج أخرى، وأن لها حق الوجود كنموذجنا. فنحن من جهتنا، نميل لأن نقرب بين هذين المفهومين، إما بطريقة محسوسة عندما نقيسهما، وإما بطريقة مجردة ورمزية حين نجردهما على شكل مفاهيم. فهل تعرض المسألة في هذا المجتمع على هذا النحو الذي عندنا؟

طبعاً تعرض المسألة بطريقة مختلفة، لأن جميع أوجه الزمان والمكان ينظر إليها على أنها منفصلة. هذا على الأقل في الحالات العادية. ولكننا سنرى إضافة إلى ذلك، أن جميع أوجه الزمان والمكان تتحد (موقتاً) بمناسبة الأعياد التي تضم في

أغلب الأحيان كافة المجتمع. ولنبدأ بالزمان. فالأوروكيفيون لا يوجد عندهم مفهوم يمثل الزمن المجرد، ولا توجد كلمة تدل على الزمن بما هو عليه من زمن مجرد. وإنما توجد كلمة تدل على «نهار» وكلمة تدل على «ليل» وكلمات أخرى تدل على «قبل» و «الآن» و «بعد». ويشار للماضي البعيد بأشكال فعلية كلامية. لذلك نجد في اللغة الأوروكيفية تصريفاً للفعل بأشكال عديدة جداً لكي تدل على نوع الماضي المقصود، ولكن لا يوجد سوى تصريف واحد للفعل ليدل على المستقبل. وهكذا يمكنهم الحديث في الزمن دون أن يكون لديهم تصور عن تجانسه. ويصح لي أن أقول: لا يوجد عندهم زمن مجرد ينظر إليه لذاته على أنه شيء موضوعي خارج عن ذواتهم وأفعالهم. أما فيما يتعلق بقياس الزمن فإنهم لا يقيسونه، إذ ليس عندهم زمن مجرد. ثم إن الأوروكيفيين لا يستعملون سوى وحدتين للعد: واحد، اثنان. كما أن لغتهم لا تميز بين عدد الأشياء وبين حجمها، لذلك عندما يريدون أن يقولوا خنزيراً ضخماً يقولون كذلك (عن هذا الخنزير الضخم) كثير من الخنازير، فالضخامة والكثرة تدل عليها عبارة واحدة في لغتهم، ولا توجد تجزئة للزمن، ولا اسم لليوم (سبت، أحد،..الخ) ولا أسبوع ولا شهر، ولا بداية للعام، ولكن توجد بشكل ما طريقة لقياس الزمن، فعندما يودّ أوروكيفيان أن يتواعدا على اللقاء في وقت محدد، يأخذان خيطين، ويعقد كل منهما خيطه، بقدر ما يعقده الآخر، وهم طبعاً لا يعدون العقد، وإنما يوضع الخيطان أحدهما بجوار الآخر، وتقابل العقد واحدة لواحدة، ثم يأخذ كل منهما خيطه معه، وعند مغيب كل قمر، يحل كل منهما عقدة واحدة من الخيط، وعندما لا يبقى في الخيط عقدة واحدة، يذهب كل منهما إلى المكان المتفق عليه للقاء الآخر، وتلك هي الطريقة الوحيدة لقياس الزمن عند الأوروكيفيين، وهي كما هو واضح لا تحسب فترة زمنية مجردة، وإنما تحسب زمناً منسوباً إلى شخصين بالذات، وإلى فعل نوعي هو فعل اللقاء (إذ لا تعتمد توقيتاً عاماً متفقاً عليه عند الجميع).

فهذا الخيط ذو العقد طريقتهم في قياس الزمن الخطي، ولكن كيف يعملون في مناشطهم اليومية حيث يوجد كذلك ما يتكرر؟

لنأخذ مثلاً زراعة الطارو (القلقاس)، وهي إحدى مناشط الأوروكيفي الرئيسية، والطارو هي درنة كبيرة جداً، وتتطلب زراعته ككل زراعة أخرى، نوعاً من التكرار الدوري للأعمال التي يجب إنجازها، بدءاً من الغراس إلى جمع المحصول، والمذهل بالتحديد عند الأوروكيفيين أنه ليس لديهم تصور دوري لهذا العمل، وكل ما في

الأمر هو أن نضج الطارو عندهم واستهلاكه وتحضير حقل جديد لزراعته ترتبط كلها بتفتح أزهار حمراء على أشجار تسمى غاريبا garypa وسيرا sera. وعندما تسألهم عن العلاقة بين هذه الأشجار والطارو، يجيبون إن هذه الأشجار تلاحق الناس، فعندما تصل شجرة الغاريبا، ينضج الطارو وتصبح براعمه جاهزة لإعادة زرعها، وعندئذٍ يجب أن يسرعوا إلى فتح حقل جديد في الغابة لتنظيفه وزراعته بالبراعم قبل أن تصل شجرة السيرا، لأن وصولها يؤدي إلى جعل البراعم كلها عقيمة، وباختصار «عندما تصل شجرة الغاريبا، يتراكض الرجال مع براعمهم لإعادة زرعها في منطقة بعيدة قبل أن تصل إليها شجرة السيرا» ولو احمرت أزهار هذه الشجرة قبل أن ينتهوا من حقلهم لانقطعت زراعة الطارو نتيجة لفقدان البراعم القادرة على إنتاجها، ولكان ذلك كارثة حقيقية، ولكن التنبؤ بموعد هذا السباق مع شجرة السيرا صعب، لأن تفتح أزهار هذه الشجرة عشوائي، إذ أن البعوض هو الذي يؤدي إلى تفتح هذه الأزهار بعد أن يكون قد وخز الإنسان ووضع دمه على أزهارها، (طبعاً هذا كله في زعمهم وتصورهم).

ولكي أجعل من طريقة تصورهم لزراعة الطارو مألوفة وقريبة إليك، يمكن أن نشبهها بالسباق الرياضي: إن ما يهم في الحالين هو اجتياز مسافة معينة بشكل مناسب، أما كون الملعب دائرياً فهو أمر ثانوي، وزراعة الطارو عند الأوروكيفيين هي أيضاً نشاط خطي بالدرجة الأولى.

> أعتقد أن علينا فهم الاستعارة «إنهم ملاحقون من قبل الأشجار» التي تعني أنهم متسابقون مع الأشجار، كما نتسابق نحن مع ساعة اليد(١). فالأشجار ستزهر طبعاً في لحظة معينة، فيجب أن يزرعوا قبل أن تزهر، ثم إن الاستعارة مناسبة أيضاً بالنسبة إلى الزهرة التي تُحمّر بالدم، ولكن الأوروكيفيين لا يعيشون طبعاً هذه الاستعارة على أنها استعارة (وإنما هي واقع فعلي بالنسبة لهم). فأما وأن هذه حالهم، فكيف ينظرون إلى مراحل عمر الإنسان؟ هل تصنف ضمن الزمن الخطي أم ضمن الزمن الدوري؟

الموت عند الأوروكيفيين ليس مستحيلاً تجنبه، بل على العكس تماماً إن الموت مبدئياً يفترض فيه ألا يصل، هذا ما لم يكن المرء ضحية السحر، أو حقد أرواح

---

(١) هذه العبارة ترجمت حرفياً عن الفرنسية وهي تكافئ التعبير الدارج: في سباق مع الزمن.

الموتى، والشيخوخة نفسها لا تصل إلا إذا انتهك المرء بعض المحرمات، ولاسيما عند التلقين (مراسم بدء الرجولة للشبان) أو عندما يكون المرء ضحية للسحر، وعندئذٍ يبيض الشعر وتتساقط الأسنان، والشعور بالألم عند المشي..الخ. فالعلامات الجسدية هي الشيخوخة نفسها. وهذه العلامات هي من فعل أناس آخرين أو من فعل أرواح الموتى، ولكنها ليست طبيعية بأي شكل. ومن جهة أخرى، عندما يولد طفلان خلال فترة قصيرة، شرط ألا يكونا شقيقين أو قريبين قرابة قوية، عندئذٍ سرعان ما يشتهر أحدهما على أنه متقدم في السن على الثاني، تبعاً لعلامات الشيخوخة التي تظهر عليه، وذلك دون النظر إلى الترتيب الحقيقي لولادتهما، فلا الشيخوخة ولا الموت يفهمان عند الأوروكيفيين بدلالة الزمن.

إن الفترات المعاشة عندنا، في طريقة عيشنا يومياً، ليست بوجه عام في صلة واضحة محددة مع القياس الموضوعي أو الرياضي. فنحن في الغرب لدينا إحساس بزمن يمكن أن يكون مطاطاً إلى حد يتفاوت طوله حسب كمية الحوادث التي يحويها، فهل الزمن في هذه الثقافة التي تتحدث عنها متين لا يتغير، أم أنه مطاط كذلك إلى حدود متفاوتة؟

إن الزمن الذاتي عند الأوروكيفيين مطاط مثلما هو عندنا، ومع ذلك ثمة فرق، نتبينه من مثال مناسب هو حالة الحداد، فعندما يموت شخص منهم، يبكونه طيلة الليل لإبعاد الحزن أو «لستر الأحزان». ولكن إذا قدر أحد الحادّين عند الفجر أنه لم يبكِ كفايته وأن حزنه مازال على حاله، عندئذٍ يضع تحت قدميه رزمة من الأوراق السحرية، وطالما أن الأوراق تحت قدميه، فلا ينتهي الليل ولا يشرق النهار، لذلك يستمر في البكاء، ويقول الناس عندئذٍ «إننا متعبون جداً، والنهار لن يشرق لأن هناك من يعمل على تأخيره» فمرونة الزمن هنا ليست ذاتية، وإنما هي منسوبة إلى كائن، وهذا الكائن له صلاحية التدخل الموضوعي في إشراق النهار، وهذا ليس إدراكاً لطول الزمن، وإنما تحدٍّ.

في تقديري أنه عندما يتطلب الأمر من أحدهم أن يضع قدمه على كومة الأوراق لكي لا يشرق النهار، يهمه عندئذٍ أن يضعها مدة طويلة قبل أن تشرق الشمس وإلا لكذبته، إذ لابد من إعطاء الدليل على شيء من الروية والعقل ولابد لهذا المجتمع من مواطنين فطنين.

كل ساحر هو بالتعريف عاقل جداً إذا رغب في البقاء على قيد الحياة.

الشق الثاني من سؤالنا: كيف يتوصل الأوروكيفيون إلى فكرة المكان (الفضاء)؟

إن أوسع قسم من الفضاء هو الفضاء بين القرية والغابة، فالقرية يسكنها الناس المرتبطون بمكان محدد خاص بهم، والناس والقرية يحملون أسماء، أما الغابة المحيطة بالقرية، فعلى العكس تسكنها الأرواح، أرواح الموتى، التي هي في أعلى درجات الحركة، وقد فقدت أسماءها، ولم يبقَ لها سوى الصورة «أهيهي». وجسمها إن صح التعبير خارج عنها، بعيد عنها، إنه الخنازير البرية، فالتفاوت الواضح بين الناس المستقرين أصحاب الأسماء والأجساد من جهة، والأرواح الشاردة التي لا أسماء لها المتاخمة للخنازير البرية من جهة أخرى، هذا التفاوت يميز التعارض الفضائي، بين القرية والغابة. وهناك نوع من الاتصال بين هذين العالمين لأن الناس يذهبون غالباً إلى الغابة. بالمقابل، لا تعود الأرواح أبداً إلى القرية إلا في حالة تلقين المبتدئ (بدء طور الرجولة). وعندما تتجمع الأرواح لتشن الحرب على القرية، دون أن تخترقها أبداً، تتوقف عند طرق الغابة، ومن هناك ترمي سهامها ومختلف أدوات الهجوم لديها.

ويوجد كذلك بين هذين العالمين مواضع اتصال: أولاً الحقل، وهو نوع من مستطيل مفتوح في وسط الغابة، يحاط أحياناً بسياج من الأوتاد وهذا السياج هو المكان المفضل للحرب الدائمة بين نبتات الطارو الصادرة. عن الناس، والخنازير الصادرة عن الأرواح. فالخنازير تأتي لتأكل الطارو، والرجال ينتظرونها لكي يقتلوها، وهناك موضع اتصال آخر، وهو المنصة الاحتفالية التي يقيمها الناس لعملية التلقين، وهي كالحقل مستطيلة الشكل، ولكنها تقع في وسط القرية، وهي مكان من نمط خاص للمجابهة، بين الأرواح والناس، جُعل بحيث تكون حسنات الاحتفال على خير ما يرام. وهذه المجابهة تشكل التبادل (أو التقايض) الأساسي بين الناس والأرواح.

نعم، إن هذا التنظيم للفضاء، تحدده الصلات (قرية- غابة) وأماكن الاتصال اللازمة. وإذا فهمت جيداً ما ترمي إليه، هناك من جهة الإدراك الأفقي للمكان، وهو الذي أعطى هذا التوزيع، قرية- غابة، وهناك من جهة أخرى مقاربة شاقولية أكثر رمزية تتجلى في هذه المنصة الاحتفالية.

بالفعل فهذان الموضعان للاتصال يتعارضان كذلك بالبعد الشاقولي، ففي الحقول تزرع درنات الطارو تحت الأرض، في حين أن الأغذية الاحتفالية، ولاسيما كميات

الطارو العظيمة، تعرض بشكل مرتفع فوق الأرض على المنصة الاحتفالية. وهذا التعارض يتكرر في مسيرة الحياة، فالحياة عند الأوروكيفيين تبدأ على الأرض حيث تلد الأم طفلها. أما عند عنفوان الحياة أي عندما يكون المبتدئ الشاب مزيناً بالريش، يصعد على المنصة الاحتفالية، ومن هناك لا يمكن إلا أن يهبط تدريجياً نحو الأرض التي يعيش عليها العجائز، ثم تختتم الحياة تحت الأرض حيث يدفن الموتى.

لا بأس، نحن هنا أمام البنية الشاقولية الأفقية للمكان داخل القرية، ولكن لابد أن هناك قرى أخرى، وهذه القرى مضطرة للاتصال فيما بينها، فهناك طريقة أخرى لفهم المكان: المسافة.

- تقع كل قرية ضمن مجموعة من القرى التي تؤلف منطقة سلام نسبي يقيمه على نطاق واسع التزاوج المتبادل والمشاركة الجماعية في طقوس التلقين، أما خارج المنطقة فلا يوجد تجانس للمكان، ولا يوجد سوى طرق خاصة، وهذه الطرق كان قد شقها الأسلاف والآباء، أو على كل حال، أناس من أجيال أسمى: محاربون مثلاً ذهبوا للبحث عن الزينات الاحتفالية، مثل القواقع على شاطئ البحر أو ريش النعام في الجبال، ولابد أنهم وصلوا إلى قرية مجهولة، وهناك كونوا صداقات، وتلقوا حتماً خلال احتفال أقيم على شرفهم، عدا الزينات التي أتوا يبحثون عنها، لحم خنزير وطارو، وكل هذه الإعانات والتقدمات يجب أن تُرَدَّ عند ردّ الزيارة، إذ قد يتفق لهؤلاء، الذين ظفر المحاربون بصداقتهم أن يقوموا بها. ولدى عودة المغامر إلى بيته، يشرح لمن يليه منزلة خطة رحلته، وقد يتفق أن يعطيهم بعض الزينات التي تلقاها. لأن هذه الزينات ستفيدهم في التعارف مع القرية المقصودة عندما يقررون بدورهم القيام بها يوماً ما إلى هناك، فالزينات المتبادلة تقوم بين القرى بوظيفة الرمز عند اليونانيين القدماء (أو كلمة السر). ولكن مغامرة كهذه محفوفة بالمخاطر، وحظ الوصول فيها ضعيف بوجه الإجمال. لأن صاحبنا يجازف بالتعرض للأرواح الخطرة إلى أبعد الحدود، وفي الوقت نفسه لمحاربي القرى المجهولة. فهؤلاء المحاربون، هم مبدئياً معادون ومستعدون دائماً لأن يجعلوا من هذا الغربي «خنزيراً»، لأنهم يقتلونه ويأخذونه معهم لأمور الطبخ والمباهاة والعظمة. وحتى مع التسليم بأن محاربنا قد أفلت من أخطار الرحلة، فإنه لن يربح شيئاً، لأن عليه أن يجد القرية التي قصدها. وهذا أمر صعب، لأن القرى تنتقل هنا باستمرار. ثم يجب أن يعرفوه في القرية التي يقصدها من الزينة التي أعطيت

له، وعند انتهاء الرحلة، يجب ألا ننسى رحلة العودة، فهي كذلك معرضة لأخطار الذهاب نفسها تقريباً، وهكذا نستطيع أن نفهم بسهولة أن الطرق المفتوحة في الغابة، تتغلق في هذه الظروف تدريجياً حول القرية، إلا إذا حددت باستمرار برحلات جريئة جديدة.

هناك فكرة أخرى متصلة بالمكان: هي التوجيه، فالتوجيه مهم كذلك عندما نحاول الإمساك بصورة المكان.

إن التوجيه عند الأوروكيفيين خاص جداً، إنه على الأقل مختلف جداً عمّا هو في مجتمعنا، لأن نقطة استناده ليست جسم المتكلم (أو المخاطب)، فعندما يريد الأوروكيفي أن يدل على اتجاه معين، لا يمكنه أن يقول إلى اليمين أو إلى اليسار، إذ لا وجود ليمين أو يسار مطلق عند الفرد. بل يقول ((من جهة الجبل)) أو ((من جهة السهل)) (ليدل على الاتجاه المعاكس)، والجبل في هذه المقاطعة التي ارتدناها، هو قمة لاينجتون، وهو بركان مرتفع يتربع في وسط المنطقة، والتوجيه بالنسبة لهذا البركان مطلق، وليس تابعاً لكل شخص بمفرده.

هل توجد تعابير مثل «قريب إلى حد ما من الجبل»، «أقرب أو أبعد من جهة كذا» الخ..

كلا هذا غير موجود. وإذا أردت أن تميز مثلاً بين شيئين متشابهين موضوعين أمامك، تقول، «هذا الذي في جهة الجبل» «هذا الذي في جهة السهل».

قلت منذ قليل أن هناك لحظات تصبح فيها فكرتا المكان والزمان متحدتين، وذلك في حالة الأعياد والطقوس.

نعم، إن دورة الأعياد الاحتفالية هي القسم الأهم من حياة هذا المجتمع، حتى أن جهود الأوروكيفيين كلها موجهة باستمرار لإنجازها، وأهم الطقوس في دورة الأعياد هي طقوس التلقين للمبتدئين. إنها كما يقول الأوروكيفيون «مرعبة، وفي الوقت نفسه بديعة إلى حد رهيب». وتقام هذه المراسم لكل جيل، فهي تعني لهم الدلالة على وقت تجديد الرجال. والتلقين نفسه، باختصار شديد، يقوم على الحدث المأساوي المتمثل في استدعاء الأرواح إلى داخل القرية لكي يقدموا لهم أطفال الرجال في عملية مبادلة على الخنازير. والحدث ذاته المتمثل في ترك الأرواح تنفذ إلى داخل القرية، وفي خرق هذا الفصل بين الغابة والقرية، يعرض كل ما هو إنساني بحت للخطر، وليس الأطفال وحدهم. ولكنهم سيتمكنون حسب الطقوس

التي ورثوها عن أجدادهم، من الحصول على الخنازير من الأرواح دون أن يقدموا مع ذلك أطفالهم مباشرة للأرواح، وسيستعملون هذه الخنازير تدريجياً في إعادة بناء جميع العلاقات بين الرجال التي هدمها اقتحام الأرواح للقرية، وذلك عن طريق المبادلة. وهكذا يحصل الرجال من الأرواح على قرض للحياة على شكل خنازير، لأن هذه الخنازير لن تُردّ إلا فيما بعد عندما يصبح الأطفال شيوخاً ويموتون، وتتحول أجسادهم إلى خنازير تلتحق بعالم الغابة. أما في لحظة التلقين، فيحصلون على قرض من الخنازير لزمن الحياة. والخلاصة أن الرجال بعد أن يحولوا المقايضة التي كان يفترض فيها أن تكون مباشرة إلى مقايضة مؤجلة، يحصلون على زمن حياتهم وعلى الخنازير التي ستكون وسيلتهم في إبقاء نشاط المجتمع الذي يعيشون فيه. فالمقايضة كما ترى تعيد تكوين مجتمع الناس، ولكنها تحتاج إلى كمية كبيرة جداً من الطارو، وإلى العديد من الخنازير، والكثير من المدعوين والراقصين والريش والزينات، إضافة إلى أشياء أخرى كثيرة. ولما لم يكن ثمة شخص في هذا المجتمع يملك كل هذه الأشياء دفعة واحدة، لذلك لابد أن يستعين بالآخرين ليساعدوه، فعندما يرغب رجل عظيم، أو رجل له مكانته، في أن يقدم عيداً، تكون أصعب عقبة أمامه (هذا مع انتباهنا إلى أنهم لا يستطيعون حساب الزمن) هي أن يجمع كل هذه الأشياء في لحظة واحدة، وفي مكان واحد. ويقال إن رجلاً قدم عيداً جميلاً، إذا نجح في إحضار جميع هؤلاء الأشخاص وكل تلك الأغذية وكل هذه الأشياء في وقت واحد إلى مكان عيده. فنجاح العيد إجمالاً هو القدرة على توحيد زمان ومكان وجود الرجال والأغذية والزينات كلها معاً. فما يهم في علاقتهم مع الأرواح هو عدم تواقت الزمن. أما بين الناس، فيجب على العكس، تأمين كل شيء، بتوحيد أبعاد المكان والزمان، اللذان ستجري فيهما الحياة.

> ومع ذلك يمكن لمن يسمع حديثك أن يفكر أن لهذه الثقافة مقاربة فردية بحتة لمفهوم المكان والزمان، أو على الأقل لمفهوم الزمان.

حاولنا للوهلة الأولى أن نقول إن للأوروكيفيين مقاربة فردية للزمن، نظراً إلى أن الزمن ليس له تعبير آخر، غير ما بدا لنا نحن على أنه ذاتية الأفراد، إلا أننا عندما انتقلنا إلى مستوى الطقوس، تبين لنا أن الزمن الذاتي لا يتجسد إلا في الفعالية التي تتجلى فيها الروح الاجتماعية والموضوعية التي هي بالنسبة للأوروكيفيين التقايض الطقوسي. فعلاقة التبعية (أو الترتيب بين الزمنين الخطي

والتكراري) تنعكس هنا. وهذا راجع إلى ما كنا نتحدث عنه في مطلع حوارنا حول التعارض بين طريقة تشكيل القيم الغربية وطريقة تشكيل قيم هذا المجتمع. ففي هذا المجتمع تعمل الطقوس على تواقت الزمان والمكان، بمعنى أنها تجعلهما موضوعيين، لأن الطقوس أخذوها عن الآباء، (أصبح لها وجود شبه مطلق لا نسبي نسبة إلى الفرد). فنحن هنا أمام تصور ديني للزمان والمكان. والآن ربما نكون قد فهمنا فهماً أفضل لماذا كان تكرار المشهد الطقوسي، الذي هو أعطية من الآباء في هذا المجتمع، ذا قيمة تسمو على المساهمة الفردية لكل شخص منهم.

فطريقة تصريف أمور الزمان والمكان هذه أصبحت إذاً بشكل ما مكونة للوضع الاجتماعي.

بل إنها مركز النشاط الاجتماعي والديني نفسه، لأنهم يحصلون من الآباء عن طريق التقايض الطقوسي على مساحة للقرية (فضاء للقرية) يقتطعونها من الغابة، وعلى الزمن على شكل قرض من الخنازير.

أود أن أعود إلى ما قلته عن القياس، فهذه الحضارة تعد واحد، ثم اثنين، وهذا كل شيء فوسائل القياس لديه محدودة، فهل ثمة طريقة مختلفة للقياس، أو هل يترتب على هذا العجز في الوسائل نتائج معينة؟ أم أن هذا الوضع هو مجرد وضع عتيق؟

لا أظن أننا نملك حق تقرير أن هذا الوضع وضع عتيق عفا عليه الزمن، بل يبدو لي من الأنسب أن نقول إن بعض المجتمعات قد طورت أدوات كمية مكنتها من إبداع تقنية قوية إلى أبعد حد- وهذا حال الغرب. وأن هناك مجتمعات أخرى نجحت في الاستغناء عن الكمي- وهذا حقاً شيء بالغ الأهمية. لقد استغنت هذه المجتمعات عن الكمية، وخلقت في الوقت نفسه مجتمعاً متجانساً منسجماً لا وجود فيه لمعظم المشاكل الاجتماعية التي نجدها عندنا، والتي نكثر الحديث عنها. كما أن الفرد في هذا المجتمع يتمتع بحرية واسعة جداً. لقد خلقت هذه المجتمعات، إن صح لي القول، أنظمة اجتماعية لا يؤدي فيها حل المشاكل التي تطرحها الحياة في المجتمع إلى سحق الذات. ويبدو لي أننا نكون أقرب إلى الحق إذا قلنا إن بعض المجتمعات قد أضاعت وقتها في خلق الكمي والتكنولوجي دون أن تولي المزيد من الاهتمام للقضايا الاجتماعية. في حين أن مجتمعات أخرى قامت بعكس ذلك، فقد أهملت القضايا التقنية والكمية لتتفرغ لحل القضايا الاجتماعية، وهذه الأخيرة، هي وأيم الحق، الرابحة حتى الآن.

فأنت ميال إذاً لأن تقترح علينا شكلاً من التعادل في بذل المزيد من الصنعة والتحسين، ولكن في موضعين مختلفين، فعلينا أن نتحاور مع نظامين للقيم.

بالفعل إن المجتمع الأوروكيفي هو، من حيث التنظيم الاجتماعي على قدر كبير من الصنعة، والصنعة فيه أكثر تعقيداً بكثير مما هي في مجتمعنا الذي لا يخضع في الظاهر إلا لقيم بسيطة إلى حد ما. بالمقابل من المؤكد أن المجتمع الأوروكيفي ليس لديه على الصعيد التقني تلك القدرة التي أبدعناها، ولكن مقابل أي تبسيط اجتماعي بلغناه (إن هذا التبسيط هو الثمن الذي دفعناه مقابل التقنية).

هذا صحيح فمجتمعنا من جهته عاجز أمام تصريف أمور الفرد، وهو لا يفقه فيه أكثر من واحد ثم اثنين وانتهى الأمر.

بالفعل كان هذا على الأقل هو الانطباع الذي تكون لدي بعد أن تأملت عن كثب المجتمعات الميلانيزية (أي سكان القارة الأوقيانوسية الأصليون).

الفهرس

الزمان والمكان اليوم

ترى هل فكر أحدنا يوماً بمدى تدخل الزمان والمكان في كل جانب من جوانب حياتنا: في تربيتنا وتعليمنا ولغتنا وفنوننا كلها بمختلف أنواعها، وفي تجمعاتنا ولقاءاتنا الاجتماعية، وحتى في اللغة التي نتخاطب بها مع حيواناتنا ومركباتنا.

قد يعلم القارئ أن النظرية النسبية تبحث في فضاء رباعي الأبعاد، ولكن هل فكر كيف يتدخل الزمان في عبارة المكان، والمكان في عبارة الزمان؟ ثم كيف انتبه إلى إمكانية قياس الزمان؟ وهل باستطاعته أن يقيس فعلاً تغير الزمن مع الحركة على الرغم من أنه تغير طفيف. وكيف يستطيع مطار كمطار نيويورك استقبال عشرات الطائرات وترحيلها في مدة دقيقة دون أن يحدث تصادم بينها على مدارج المطار؟

أية دقة هذه في التوقيت جعلت مقاييس الزمان تفوق في دقتها كل وصف.

هذه الأسئلة كلها يطرحها هذا الكتاب ويجيب عنها بلغة مبسطة جداً دون أن يستخدم المصطلحات العلمية المقعرة. فهذا الكتاب يهم الباحث العلمي مثلما يهم الباحث الاجتماعي والمربي والمعلم والفنان، لأنه يطلعنا على أبحاث لم نكن ندري بوجودها.

إنه كتاب يتحدث عن مواضيع لم يسبق لمكتبتنا العربية أبداً أن حوت كتاباً يتطرق لها.



دار ا
سوري
فا : [illegible] ها : ٢١١٤١٦١